

REVISTA N°3

# cotopaxi**itech**

*Ciencia, tecnología e innovación*

ISSN 2806-5573



INSTITUTO  
SUPERIOR TECNOLÓGICO  
**COTOPAXI**

*¡Transformando la Educación Superior!*



**cotopaxi**tech  
ISSN 2806-5573

La Revista Cotopaxi Tech es una publicación científica del Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi, ubicado en la ciudad de Latacunga, Ecuador. La revista tiene como objetivo central constituirse en un medio de promoción de investigaciones formativas, académicas y científicas de instituciones de educación superior. Esta es una revista técnica - profesional multidisciplinar dirigida a académicos, profesionales y público interesado en el tema. Sus áreas de investigación son: gestión del territorio, social, sanitaria, del riesgo y de seguridad, procesos de adaptación y mitigación del cambio climático, estadística ambiental y epidemiológica, gestión del transporte sostenible, optimización de procesos logísticos, energías renovables y no renovables, diseño, construcción y mantenimiento industrial, infraestructura, sostenibilidad y resiliencia agrícola, gestión logística de alimentos, desarrollo integral en la primera infancia e innovación educativa en la formación técnica y tecnológica.

### **Equipo Editorial**

Director general **Ángel Velásquez Cajas Ph.D.(c)**  
Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi

Editor general **Ángel Velásquez Cajas Ph.D.(c)**  
Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi

Editor de sección **Mgs. Bolívar Cuaical Angulo**  
Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi

Editor de sección **Mgs. Diana López Guzmán**  
Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi

Editora de sección **Mgs. Daniel Ruiz Mesías**  
Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi

Editora de sección **Mgs. Silvia Villacís Torres**  
Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi

Editora de sección **Mgs. Jenny Criollo Salinas**  
Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi

Editor asociado **Mgs. Francisco Chancúsig**  
Universidad Técnica de Cotopaxi

Editor asociado **Mgs. Paolo Chasi Vizuete**  
Universidad Técnica de Cotopaxi

Editor asociado **Mgs. Roberto Camana Fiallos**  
Investigador independiente

Editor asociado **Mgs. Luis Fernando Buenaño Moyano**  
Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros

Editor asociado **Mgs. Celin Padilla Padilla**  
Escuela Superior Politécnica del Chimborazo

Editor asociado **Ing. Miguel Argoti Arcos**  
Instituto Superior Tecnológico Central Técnico

Editora asociada **Mgs. Joyce Narváez Sarango**  
Instituto Superior Tecnológico Central Técnico

Editor asociado **Mgs. Marco Jácome Guayaquil**  
Superintendencia de Ordenamiento Territorial

Editor asociado **Mgs. Daniel Validivieso Simba**  
Instituto Superior Tecnológico Central Técnico

Editor asociado **Mgs. José Beltrán Ruiz**  
Instituto Superior Tecnológico Central Técnico

Comité científico **Marcelo García Sánchez Ph.D.**  
Universidad Técnica de Ambato

Comité científico **Milton Hidalgo Achig Ph.D.(c)**  
Instituto Superior Tecnológico Vicente León

Comité científico **Fabián Cobos Alvarado Ph.D.**  
Universidad Estatal Península de Santa Elena

Comité científico **Raúl Cadena Palacios Ph.D.(c)**  
Academia Latinoamericana de Derecho Penal y Penitenciario

Comité científico **Mercy Ilbay Yupa Ph.D.**  
Universidad Técnica de Cotopaxi

### **Normativa de autores**

Cada artículo que se envíe para valorar su publicación deberá cumplir con los siguientes requisitos:

1. El autor para correspondencia tiene el consentimiento de todos los autores para el envío y la publicación del artículo que se ha enviado para evaluar.
2. Todos los autores han contribuido sustancialmente en el artículo sin omisión de ninguna persona, detallando la contribución de cada autor.
3. El artículo es original, no ha sido publicado previamente y no se ha enviado simultáneamente para su evaluación a otra revista (quedan excluidas de este punto las presentaciones en congresos científicos).
4. El artículo no contiene material inédito copiado de otros autores sin consentimiento de estos.
5. Todos los datos incluidos en el artículo que proceden de trabajos previos han sido referidos, independientemente de que provengan o no de los mismos autores. Si el artículo sometido a valoración es un subanálisis de un proyecto que ya ha generado una publicación previa, esta se debe citar siempre.
6. Si alguno de los puntos anteriores no se cumple, los autores deben notificar inmediatamente a la revista para retirar la publicación.
7. Cotopaxi Tech se reserva el derecho de devolver a los autores los artículos que no cumplan con las normas previamente descritas.

## **Sistema de arbitraje**

Todos los artículos serán consignados a la base de datos de la página web de la revista que garantiza el registro electrónico y auditable de las interacciones entre la publicación y los autores. Una vez consignados, el consejo de editores revisa que los artículos originales cumplan con las normas de autores establecidas.

Luego que estos artículos pasen la primera revisión (informe de similitud a través de [plag.es](http://plag.es)), pasarán a la revisión del sistema arbitral de doble par anónimo (double blind peer review) quienes garantizan su experticia en el proceso y que no pertenecen a la institución de los autores.

A través de este proceso, se garantiza el anonimato de documentos, autores, y revisores, certificando la transparencia, objetividad e imparcialidad del proceso de revisión. El promedio de tiempo para la revisión de artículos será de 5 semanas.

## **Código de ética**

### **Integridad de la Investigación**

Según National Research Council of the National Academies, la integridad de la investigación puede definirse como una serie de buenas prácticas que incluyen:

- Honestidad intelectual para proponer, ejecutar y presentar los resultados de una investigación.
- Detallar con precisión las contribuciones de los autores a las propuestas de investigación y/o sus resultados.
- Ser justo en la revisión de artículos científicos (proceso de revisión por pares o peer review).
- Favorecer la interacción entre las distintas comunidades científicas y el intercambio de recursos.
- Transparencia en los conflictos de intereses.
- Protección de las personas que intervienen en las investigaciones.
- El cumplimiento de las responsabilidades mutuas entre los investigadores y los participantes de una investigación.

La mayoría de los autores y de las instituciones no tratan el tema de la integridad de las investigaciones, ya que no se duda de que la comunidad científica cumpla las normas de la buena práctica; sin embargo, la presión por la publicación puede llevar a que no se sigan los estándares de calidad adecuados y, en algunos casos extremos, se llegue a lo denominado en la literatura como "FFP, que hace alusión a la fabricación, falsificación o plagio al proponer, llevar a cabo o revisar una investigación, así como en la publicación de los resultados.

## ESTUDIO DE LA METODOLOGÍA STEAM EN DOCENTES DE CARRERAS TÉCNICAS DEL INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO SUCRE

Edgar Javier Cajas Oña  
ecajas@tecnologicosucre.edu.ec  
Instituto Superior Universitario Sucre

Oscar Wladimir Gómez Morales  
ogomez@tecnologicosucre.edu.ec  
Instituto Superior Universitario Sucre

Robinson Lema Parco  
rlema@tecnologicosucre.edu.ec  
Instituto Superior Universitario Sucre

Recibido: 01/04/22  
Aceptado: 05/05/22  
Publicado: 01/07/22

### RESUMEN

En el presente trabajo de investigación plante la implementación de la metodología STEAM en docentes de carreras técnicas del Instituto Superior Universitario Sucre. La mayor parte de docentes utilizan el método de enseñanza tradicional, donde el docente es quien dicta la clase. Utilizando la ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, como disciplinas de STEAM, se obtuvieron aportes teóricos de estudios sobre las estrategias didácticas en la modalidad presencial, logrando desarrollar con facilidad todas las actividades académicas del syllabus. Para esta investigación, se utilizó la metodología cuantitativa, a través de una encuesta que se aplicó a estudiantes y docentes de las carreras de Electrónica, Electricidad y Electromecánica. Los resultados más relevantes indicaron que es necesario utilizar STEAM en las aulas de clases, la misma que permite al estudiante adquirir nuevos conocimientos en relación al proceso de aprendizaje. Gracias al uso de la nueva metodología de enseñanza, los estudiantes desarrollaron el proyecto "Aludes de Barro", utilizando las disciplinas de STEAM, donde cada uno demostró habilidades y destrezas, despertando en los estudiantes competencias como la investigación, innovación, creatividad y el trabajo en equipo.

**PALABRAS CLAVE:** educación superior, estrategias didácticas, metodología tradicional, STEAM, TIC's.

## STUDY OF THE STEAM METHODOLOGY IN TEACHERS OF TECHNICAL CAREERS OF THE HIGHER UNIVERSITY INSTITUTE SUCRE

### ABSTRACT

In this research work, we propose the implementation of the STEAM methodology in teachers of technical careers of the Instituto Superior Universitario Sucre. Most teachers use the traditional teaching method, where the teacher is the one who dictates the class. Using science, technology, engineering, art and mathematics as STEAM disciplines, theoretical contributions were obtained from studies on didactic strategies in the face-to-face modality, making it possible to easily develop all the academic activities of the syllabus. For this research, a quantitative methodology was used, through a survey applied to students and teachers of Electronics, Electricity and Electromechanical careers. The most relevant results indicated that it is necessary to use STEAM in the classroom, which allows students to acquire new knowledge in relation to the learning process. Thanks to the use of the new teaching methodology, the students developed the project "Mud Avalanches", using STEAM disciplines, where each one demonstrated skills and abilities, awakening in student's competencies such as research, innovation, creativity and teamwork.

**KEYWORDS:** higher education, didactic strategies, traditional methodology, STEAM, ICTs.

## 1. INTRODUCCIÓN

La metodología STEAM está basada en el aprendizaje de los estudiantes, donde se busca fortalecer sus competencias en cuanto al análisis, explicación de fenómenos y desarrollo procedimental. STEAM está enfocado en desarrollar habilidades y competencias, desde la educación básica a la educación superior, relacionados a la industria 4.0, tomando en cuenta que la oferta laboral en el futuro tendrá que ver con tecnología. Dicha metodología permite al alumno absorber el conocimiento de manera más fácil o menos tediosa, comparado con el modelo tradicional de educación.

La metodología STEAM combina ciencia (S), tecnología (T), ingeniería (E), artes (A) y matemática (M) en el trabajo por proyectos, (Meza González & Duarte Abarca, 2020). Al principio, solo se utilizaba el termino STEM, sin embargo, se entendió que el arte (A) no solo potencia la creatividad, sino que además desarrolla habilidades de observación, escucha activa y resolución de problemas. La introducción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), en el marco sociocultural en los últimos años, ha tenido un gran impacto en la educación. El uso de Internet y las Tecnologías de la Información (TI), como herramientas, brindan a los estudiantes la oportunidad de aprender y adquirir nuevos conocimientos, desde las ciencias más básicas hasta las áreas de conocimiento más complejas (San José, 2020).

Los proyectos que se detallan en STEAM pasan por etapas de experimentación, teoría y experimentación orientada. En la primera etapa se plantea una situación problemática, en la segunda etapa, se presenta la teoría de forma guiada y en la tercera etapa se realiza la re-experimentación, a partir de nuevas informaciones para dar solución al problema planteado. Todo se realiza conjuntamente con el docente, con una visión global de la educación, donde las áreas se integran en un solo proyecto, como por ejemplo en la robótica. De acuerdo con Bravo Sánchez y Forero Guzmán (2012), la robótica en la educación se está convirtiendo en una fuente de apoyo para la formación y desarrollo de habilidades generales como la socialización, la creatividad y la iniciativa que permite a los estudiantes responder eficazmente al entorno cambiante a una nueva metodología de enseñanza como es STEAM.

Actualmente, al término STEAM, se le esta adicionando el término H, que hace referencia a componentes humanísticos como literatura e historia, que ayudan a enriquecer los proyectos. La tecnología está en todas las actividades de alto desempeño en todo el mundo como en las matemáticas, inteligencia artificial y *big data*. En este sentido, en el presente documento se analiza el estudio de la metodología STEAM en docentes de carreras técnicas del Instituto Superior Universitario Sucre y se estudia el grado de aplicación de la metodología STEAM por parte de docentes de carreras técnicas de la institución.

La importancia de STEAM radica en el enfoque interdisciplinario que este ofrece para el aprendizaje de los alumnos, combinando conceptos de diferentes

campos para la obtención de un conocimiento más completo y extenso referente a cualquier tema, comparado con la práctica habitual. También, ayuda a construir conexiones entre conceptos de diferentes disciplinas, fomenta en el estudiante la capacidad de combinar la práctica de dos o más campos, además de resolver problemas o proyectos, ganando conocimiento desde diferentes perspectivas. Esto llevará a innovar y enriquecer la enseñanza y el aprendizaje en el aula (San José, 2020).

Los estudiantes y docentes, al aplicar la metodología STEAM, desarrollan nuevas habilidades de investigación y recolección de información. De esta manera, resulta fácil realizar proyectos innovadores, dando soluciones viables y acordes a los temas propuestos. Gracias a esta investigación, el uso de las disciplinas de la metodología STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemática) ayudó a mejorar la calidad de educación técnica y tecnológica.

## 2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS / MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se enfocó en desarrollar habilidades técnicas de los estudiantes del Instituto Superior Universitario Sucre, al momento de realizar las prácticas de laboratorio de las carreras de Electrónica, Electricidad y Electromecánica. La encuesta sobre la metodología STEAM se aplicó a 484 personas, entre estudiantes y docentes. La aplicación se elaboró con un muestreo probabilístico.

Cálculo de la muestra:

$$n = \frac{N \times (Z_a)^2 \times p \times q}{e^2 \times (N-1) + (Z_a)^2 \times p \times q} \quad (1)$$

$$n = \frac{484 \times (1,96)^2 \times 0,5 \times 0,5}{(0,05)^2 \times (484-1) + (1,96)^2 \times 0,5 \times 0,5} \quad (2)$$

$$n = 214,416 \approx 21$$

Los términos de la ecuación (1) corresponden a n: tamaño de muestra buscado; N: tamaño de población o universo; Z: parámetro estadístico que depende el nivel de confianza; p: probabilidad de que ocurra el evento estudiado y q: probabilidad de que no ocurra el evento estudiado. Una vez aplicado, se obtiene como resultado n = 215 como muestra.

Para este proyecto de investigación, se utilizó la metodología cuantitativa, a través de una encuesta de conocimientos sobre STEAM y las competencias técnicas de los estudiantes en la educación presencial. En este mismo sentido, se considera, como eje principal, el acompañamiento del docente tutor que interactúa con los

alumnos, con el propósito de responder las diferentes necesidades de enseñanza aprendizaje. Por tal motivo, el profesor está en capacidad de implementar distintos escenarios de aprendizaje, donde el estudiante pueda desarrollar sus habilidades, en la parte teórica y práctica.

Se recolectaron los datos por medio de la escala Likert, con base en la encuesta planteada a los docentes y estudiantes del Instituto Superior Universitario Sucre. Esta investigación realizó un estudio en cuanto a opiniones, pensamientos y comportamientos en general, para alcanzar un grado apropiado de conformidad. La encuesta realizada bajo estos parámetros se desarrolló en el formulario de Google. Para llenar esta encuesta, se compartió el link a docentes y estudiantes, por medio de correo electrónico y por redes sociales.

El análisis de datos se realizó con la herramienta de Excel. Cabe mencionar que, por medio del formulario de Google, se tiene un análisis de datos con gráficos, sobre lo que cada encuestado respondió acorde a lo solicitado, considerando que los resultados están en función de los objetivos propuestos.

### 3. RESULTADOS

En educación presencial, el uso de STEAM generó competencias en los estudiantes, como creatividad, trabajo colaborativo e innovación, contemplando al docente como guía y facilitador de información. De esta manera, se mejoró los resultados académicos en el contexto curricular.

Este proyecto de investigación, tuvo como fin conocer el uso de STEAM en la investigación, innovación y el trabajo en equipo, empleado en clases, impulsando a los estudiantes a desarrollar mecanismos para dar soluciones rápidas a los problemas planteados en la educación presencial (ver Figura 1).

#### Figura 1

Diagrama del proceso proyecto.



Fuente: autoría propia.

Una vez diseñados los instrumentos de recolección de información, se aplicó la encuesta a 66 docentes sobre la utilidad de la metodología STEAM.

Cajas Oña, E., Gómez Morales, O. y Lema Parco R. (2022). *Estudio de la metodología STEAM en docentes de carreras técnicas del Instituto Superior Universitario Sucre*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 1-12. <http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/91>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

## Respuestas de docentes

El 50% de docentes utilizan las TICs como estrategia de enseñanza aprendizaje. El 43,9% de docentes del Instituto desconocen el aprendizaje STEAM, mientras que 48,5% de docentes, a veces introducen las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas en la planificación del docente. En este mismo sentido, 43,9% de docentes a veces utilizan la metodología STEAM en las prácticas de laboratorio.

Con base en las estrategias didácticas como el trabajo en equipo, la creatividad y el pensamiento crítico, 45,5% de los docentes a veces implementan estas competencias en la educación presencial. Hay que considerar que el 51,5% de docentes siempre promueven en los estudiantes procesos cognitivos, habilidades y valores en la educación técnica. El 53% de profesores, a veces emplean teorías y procedimientos mediante STEAM. Los docentes en un 48,5% de la encuesta, responden que siempre utilizan la innovación en los distintos niveles educativos. El 53% de docentes manifiestan que STEAM permite la construcción de un conocimiento integral en los estudiantes. Gracias al ejercicio planteado el 45,5% de docentes a veces utilizan STEAM en sus prácticas de laboratorio.

## Respuestas de estudiantes

En la encuesta participaron 418 estudiantes, de los que el 68,8% indican que la metodología tradicional que emplea el docente es buena. Otro 68,1% de estudiantes, consideran que el trabajo grupal es bueno en la educación presencial. El 60,7% de alumnos dan a conocer que el pilar fundamental de un proyecto es bueno, cuando se utiliza la innovación e investigación en las clases de los docentes. El 61,9% de estudiantes revelan que es bueno hacer uso de las de las fórmulas matemáticas en la resolución de circuitos. 60,2% responden que es bueno utilizar la metodología STEAM en el proceso de aprendizaje presencial. El 65,5% de alumnos cuestionan que es bueno utilizar el aprendizaje multidisciplinario que imparte el docente. Los estudiantes respondieron que la tecnología utilizada por el docente es buena en un 64,5%, mientras que el 68,8% de respuestas da como resultado que la planificación del docente en las clases presenciales es buena. Finalmente, la mayor parte de estudiantes reconocen en un 64,7% que es fiable utilizar la metodología STEAM en los proyectos prácticos de educación presencial.

## Aplicación de la metodología STEAM en educación presencial

Se aplicó la metodología STEAM en un evento de investigación real, el Rally Latinoamericano de Innovación 2022, donde participaron más de 13 países de Latinoamérica. El Instituto Superior Universitario Sucre participó con el problema de investigación Aludes de Barro.

### Ejemplo: Proyecto de "Aludes de Barro"

Se designó a grupos de estudiantes una disciplina de la metodología STEAM, considerando la siguiente distribución del proyecto de "Aludes de Barro".

Cajas Oña, E., Gómez Morales, O. y Lema Parco R. (2022). *Estudio de la metodología STEAM en docentes de carreras técnicas del Instituto Superior Universitario Sucre*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 1-12. <http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/91>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

En la disciplina Ciencia, el estudiante debía emplear la competencia de la investigación, con base en conceptos generales sobre el tema planteado. El estudiante conoció la terminología y principio de funcionamiento de los instrumentos electrónicos que se utilizan en el proyecto como: tarjeta ESP32, panel solar, baterías, sensor MPU6050, giroscopio, sensor de humedad y conversor ACD (ver Figura 2).

### Figura 2

*Disciplina Ciencia.*



*Fuente: autoría propia.*

En la disciplina Tecnología, el estudiante debe utilizar la comprensión y creación de algoritmos, programación de la tarjeta ESP32 y el proceso de los dispositivos móviles de tecnología Android o IOS. El estudiante hace uso de la innovación como una competencia para mejorar resultados del proyecto (ver Figura 3).

### Figura 3

*Disciplina Tecnología.*



*Fuente: autoría propia.*

En la disciplina Ingeniería, el estudiante aplica los conocimientos adquiridos de las otras disciplinas, con el fin de adquirir información de todos los equipos electrónicos que se utiliza en el proyecto "Aludes de Barro". De esta manera, el estudiante diseña e implementa el prototipo como se observa en la Figura 4.

#### Figura 4

*Disciplina Ingeniería.*

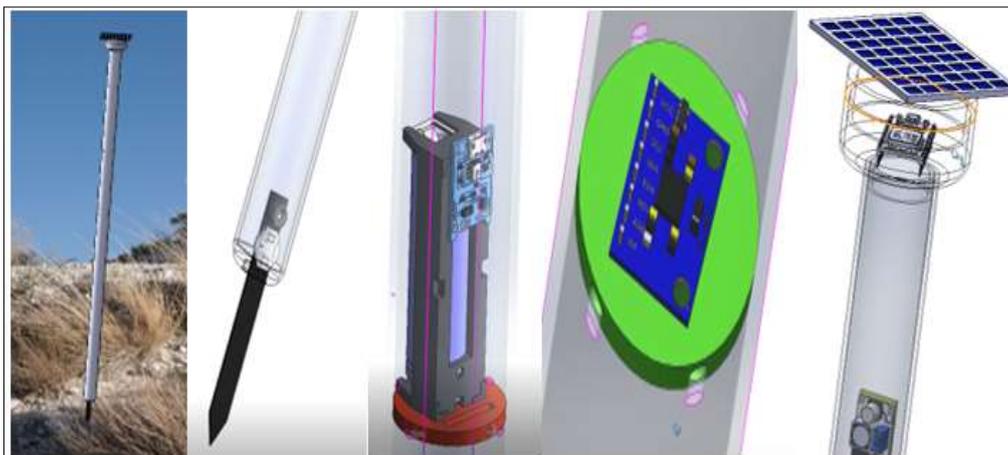


Fuente: autoría propia.

En la disciplina Arte, el estudiante emplea la competencia de la creatividad para dar la solución adecuada al proyecto, buscando diferentes programas de simulación, diseños del prototipo en SOLIDWORKS y valorar las habilidades de conexionado del prototipo (ver Figura 7).

#### Figura 5

*Disciplina Arte.*



Fuente: autoría propia.

En la disciplina Matemáticas, el grupo de estudiantes emplean diferentes ecuaciones de *Euler* en el *software* Arduino, para calcular los grados de rotación en



laboratorio. Gracias al conocimiento adquirido en las aulas de clase, el proyecto de investigación desarrolló creatividad técnica en el uso de los equipos electrónicos.

Existen varias investigaciones con resultados semejantes a los encontrados en el proyecto, dando lugar al uso de la metodología STEAM en proyectos prácticos de laboratorio. Cada estudiante desarrolla pensamiento crítico y trabajo en grupo, para compartir entre los participantes información relevante, acorde a las disciplinas ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. De esta manera, lograron desarrollar un dispositivo con sensores encargado de medir variables como humedad y movimientos en la tierra casi imperceptibles, con el objetivo de salvaguardar vidas humanas que se encuentran ubicadas en las zonas de posible impacto de estos eventos. El proyecto establece una relación estrecha entre el proyecto que plantea Osuna et al., (2019) sobre el enfoque educativo STEM+A en la revolución industrial 4.0; este proyecto ayudó a los estudiantes a buscar formas de solucionar un mismo problema.

El grupo de estudiantes de la carrera de Electrónica desarrolló el proyecto "Aludes de Barro", bajo las competencias que otorga la metodología STEAM. El proyecto se realizó en el laboratorio de Electrónica del Instituto Superior Universitario Sucre. Cada estudiante mostró habilidades, destrezas y creatividad para dar una rápida solución al proyecto. El aprendizaje de la metodología STEAM en el proyecto desarrollado, resultó muy entretenida y a la vez divertida, porque los alumnos mantienen interés por aprender bajo la competencia de la investigación que se emplea en la educación presencial. Cada estudiante manifestó sus habilidades con base en la creatividad, dando solución de forma coherente en el desarrollo del proyecto "Aludes de Barro". Todos los estudiantes participaron con la visión de crear un proyecto innovador que sea útil para la sociedad, con el propósito que cada alumno pueda desenvolverse con facilidad en el ámbito profesional y a su vez interactuando con la sociedad.

## **5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el proyecto, los docentes manifiestan que siempre utilizan las TIC's como estrategias didácticas en la enseñanza de forma presencial.

La investigación, como competencia de la metodología STEAM, es el eje fundamental para desarrollar proyectos prácticos de forma presencial, alcanzado información relevante de cada equipo o instrumento electrónico. La información recopilada por la investigación, sugiere que se utilice la metodología STEAM en las aulas de clases, para que cada estudiante desarrolle la creatividad en los diseños de los prototipos.

Los resultados del proyecto de investigación aportan en el desarrollo de la tecnología, para la elaboración de un prototipo de bajo costo en su mantenimiento y su estructura, logrando desarrollar soluciones rápidas al problema planteado. La

teoría, procedimientos y herramientas utilizadas, como marco de la investigación en el ámbito del aprendizaje STEAM, sostiene el buen desarrollo profesional.

Los resultados obtenidos en la encuesta, revelan claramente que los docentes en la educación presencial siempre utilizan la innovación como estrategia didáctica para desarrollar prototipos de alta calidad. Los docentes del Instituto Superior Universitario Sucre en la educación presencial, evidencian que siempre utilizan las disciplinas de STEAM en los proyectos prácticos de laboratorio.

Como un plus, se desarrolló el proyecto "Aludes de Barro", en el que se aplicó la metodología STEAM en el proceso de creación del prototipo. Esta actividad académica se realizó de forma presencial en el taller de electrónica, donde cada estudiante demostró sus habilidades y destrezas, utilizando disciplinas ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, para dar una solución coherente al ejercicio práctico.

## 6. REFERENCIAS

Bravo Sánchez, F. y Forero Guzmán, A. (2012). *La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales*. Teoría de La Educación. Educación y Cultura En La Sociedad de La Información, 2(13).

Cardoso, A. & Ramos, E. (2021). *Educación Tradicional: Un modelo de enseñanza centrado en el estudiante*. Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología, VII, 8.

Diego, M., Blanco, T., Ortiz, Z. & Lavicza, Z. (2021). *Proyectos STEAM con formato KIKS para el desarrollo de competencias clave*. Revista Científica de Educomunicación, XXIX.

Fernández, R. & Romero, M. (2020). *Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria*. Píxel-BIT Revista de Medios y Educación, 58, 3.

Meza González, H. & Duarte Abarca, E. (2020). *La metodología STEAM aplicada en el desarrollo de competencias y la resolución de problemas*. Universidad Nacional de Costa Rica, 1, 107.

Monroy, L., Mendoza, L. & Alarcón, H. (2021). *Educación STEAM en preparatoria*. UNO Sapiens Boletín Científico de La Escuela Preparatoria, 1, 2.

Olivia, I., Gonsalvez, C. & Whittle, J. (2021). *El impacto de un programa de emprendimiento basado en STEM en la intención emprendedora de estudiantes de secundaria*. Revista Internacional de Emprendimiento y Gestión, V2.

Osuna, P., Ruiz, M., Ortega, M. & Salas, B. (2019). *Retos de ingeniería: enfoque educativo STEM+A en la revolución industrial 4.0*. Universidad Autónoma de Baja California, 19, 13.

Cajas Oña, E., Gómez Morales, O. y Lema Parco R. (2022). *Estudio de la metodología STEAM en docentes de carreras técnicas del Instituto Superior Universitario Sucre*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 1-12. <http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/91>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

- Perales, F. & Aguilera, D. (2019). *Educación STEAM: algo más que unas siglas*. Granada.
- Santos, J. (2020). *Secuencia didáctica basada en metodología steam enfocada en los ODS con estudiantes del grado undécimo del Colegio Americano de Bucaramanga*. Universidad Autónoma de Bucaramanga, i, 31.
- Santos, R., Santillán, J., Jaramillo, E. & Cadena, V. (2020). *STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior*. Polo del Conocimiento, 5, 9.
- San José, C. R. (2020). *Una nueva mirada en la mediación pedagógica al encuentro con el sentido del aprendizaje en los procesos educativos*. Universidad Nacional Costa Rica.
- Vicente, F. (2017). *Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa*. Universidad CEU Cardenal Herrera, 27.
- Yakman, G. (2008). (2008). *STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education*. Intellectual Property of G. Yakman. [https://www.researchgate.net/publication/327351326\\_STEAM\\_Education\\_a\\_n\\_overview\\_of\\_creating\\_a\\_model\\_of\\_integrative\\_education](https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_a_n_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education)

## PRECIO DE SUELO Y TIPO DE TENENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE VACÍOS URBANOS

Johanna Villavicencio Ordóñez  
jvillavicenciofl@flacso.edu.ec  
FLACSO Ecuador

Recibido: 27/04/22  
Aceptado: 25/05/22  
Publicado: 01/07/22

### RESUMEN

Esta investigación analiza la producción de los vacíos urbanos, relacionándolos con la variación del precio de suelo y el tipo de tenencia. Para ello, se aplicó una metodología basada en cuatro etapas: identificación de los vacíos urbanos para la identificación de espacios sin uso en el área de estudio, una aproximación espacial mediante el uso de ortofotos, determinación de las unidades de análisis con sistemas de información geográfica y el enfoque particular en la parroquia Punzara, de crecimiento constante en el sur occidente de la ciudad de Loja. Se evalúan dos hipótesis mediante información empírica y desarrollada durante la investigación, que permite afirmar que los vacíos urbanos están sujetos a procesos especulativos y, por otra parte, las tierras institucionales son espacios residuales que no están incluidos en la dinámica de la ciudad.

**PALABRAS CLAVE:** especulación del suelo, precio del suelo, tierra vacante, tipo de tenencia, vacíos urbanos.

**LAND PRICE AND TYPE OF TENURE IN THE PRODUCTION OF URBAN VOIDS****ABSTRACT**

This research analyzes the production and permanence of urban voids, relating them to the variation of land prices and type of tenure. A methodology is developed in four stages: inventory of urban voids for the identification of unused spaces in the area of study, spatial approximation excluding voids less than or equal to 500m, visual approximation through the use of orthophotos and determination of the units of analysis using Geographic Information Systems with a particular focus on the parish of Punzara, of constant growing in the southwest of Loja city. Two hypotheses are evaluated using empirical and information developed during the research that allows us to affirm that urban voids are subject to speculative processes, and, on the other hand, institutional lands are residual spaces that are not included in the dynamics of the city.

**KEYWORDS:** land speculation, price of land, type of tenure, urban voids, vacant land

## 1. INTRODUCCIÓN

Los procesos derivados de la expansión urbana implican cambios en la estructura física y en la dinámica económica y social; una ciudad dispersa presenta actividades sociales y de habitar discontinuamente en una nueva configuración del territorio. Las ciudades de América Latina presentan procesos comunes como la ocupación del suelo de manera acelerada, extensas manchas urbanas con baja densidad, uso del suelo en inversiones para generar capital, procesos de segregación, agentes informales, escasa regulación de la ocupación del suelo y ausencia de políticas urbanas (Rábago, 2001).

Producto de estos procesos y del crecimiento disperso de las ciudades son los espacios residuales, lotes baldíos, áreas verdes sin uso, tierra vacante, espacios en abandono a los que se denomina vacíos urbanos, porque han quedado apartados de la dinámica de la ciudad; los factores que inciden en su producción son de carácter político y económico (Montes, 2016). Estos espacios se ubican entre el paisaje urbano y natural, como discontinuidad en la mancha urbana o entre límite de espacios (Urbina, 2002).

La ciudad de Loja ha estado expuesta a procesos como resultado de su crecimiento con un "modelo de concentración en el centro y desplazando la ciudad futura o nuevos sectores urbanos hacia el occidente" (Fernández y Ruiz, 2018, p. 50), originando un crecimiento disperso de la ciudad. De esta manera, han surgido espacios en áreas consolidadas, que por factores físicos y sociales han originado vacíos urbanos en el sur occidente (Ruiz, 2017). Por ello, es importante entender cuáles son los aspectos sociales y económicos que inciden en la falta de uso y en temporalidad incierta de los mismos.

Esta investigación busca responder el por qué se producen los vacíos urbanos, explorando de manera específica ¿cómo los cambios en el precio del suelo y el tipo de tenencia favorecen a la producción de vacíos urbanos? Se formulan dos hipótesis: i) los vacíos urbanos se originan por los cambios en el precio del suelo a través de tres procesos: la tierra de engorde o reserva, tierra que es obtenida de forma ilegal y la tierra sin demanda y ii) el tipo de propiedad: privada por medio de agentes formales o informales en el mercado inmobiliario y pública por los espacios residuales que presentan condiciones físicas inadecuadas para la implementación de proyectos y la falta de financiamiento por parte del municipio.

La investigación constituye un aporte para los estudios urbanos, debido a la falta de profundización a nivel nacional en los factores principales que intervienen en el origen de los vacíos urbanos y la escasa atención por parte de la planificación municipal hacia la implementación de regulación del mercado del suelo.

Este trabajo se estructura, inicialmente con la conceptualización del objeto de estudio, a través de definición y perspectivas de autores que llevan a exponer, de manera general las teorías explicativas con posibles causantes de los vacíos urbanos. Posteriormente, se describe el caso de estudio caracterizando histórica y físicamente el área de estudio, para dar paso al diseño metodológico mediante la

Villavicencio Ordóñez, J. (2022). *Precio de suelos y tipos de tenencia en la producción de vacíos urbanos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 13-35.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/60>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

propuesta de un modelo de análisis con dimensiones e indicadores y la metodología para definir las unidades de análisis con las que se trabajó durante la investigación. Más adelante se exponen los resultados enunciados en tres subapartados: tipología del vacío urbano, variaciones del precio del suelo y tipo de tenencia y finalmente se concluye con las discusiones de resultados y posibles planteamientos teóricos.

### **Vacío urbano: aproximación a teorías explicativas**

Los vacíos urbanos se pueden definir como “espacios presentes dentro de la estructura urbana, identificados entre viviendas y edificios como espacios a la espera de su urbanización o construcción” (Ríos, 2013, p. 32). Algunos autores definen al vacío urbano según su ámbito de estudio, por ejemplo, Rem Koolhaas (2016) emplea el término “espacio basura” para referirse a los espacios que surgen de manera espontánea ante factores como el mercado o eventos temporales, de esta manera señala que el espacio basura “es un espacio que no identifica, sino también es un despropósito, una arrogancia, una tiranía, y no está enfocado únicamente en su extensión física, está ligado implícitamente por el uso que se le da” (Koolhaas, 2016, p. 93-94).

Por otra parte, Solá-Morales (2002) los denomina *terrain vague*, por ser lugares que han quedado fuera de la estructura productiva de la ciudad, es decir, son “islas interiores vaciadas de actividad, son olvidos y restos que permanecen fuera de la dinámica urbana” (Solá-Morales 2002, p. 127). Nora Clichevsky (2002), utiliza el término “tierra vacante” porque son el resultado de la expansión urbana, así como, de la interacción con el mercado de tierras donde actúan agentes privados y públicos.

Sin embargo, el concepto planteado por Freire (2011) caracteriza de manera precisa el objeto de investigación. Para esta autora el vacío urbano es “aquel espacio vacío (público o privado) que nunca ha participado en la dinámica urbana, manteniéndose ignorado y en estado de aparente abandono en un tejido urbano consolidado” (Freire, 2011, p. 66). Así, se han tomado en cuenta los espacios que no han tenido uso y poseen temporalidad incierta.

Es difícil establecer una clasificación de vacíos urbanos, debido a que responden a distintos factores, no obstante, es importante determinar una tipología que permita caracterizarlos y conocer su relación con el entorno y con la ciudad. Berruete (2015), en su trabajo doctoral, propuso una tipología de vacíos urbanos la que permitió catalogar a los identificados en esta investigación. Se reconocieron cinco tipos que se detallan en la Tabla 1.

### **Tabla 1**

Villavicencio Ordóñez, J. (2022). *Precio de suelos y tipos de tenencia en la producción de vacíos urbanos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 13-35.  
<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/60>  
Julio - diciembre (2022)  
ISSN 2806-5573

*Tipología de vacíos urbanos.*

<b>Nombre</b>	<b>Características</b>
Interiores	Espacios residuales sin construcción en una trama definida (suelo urbano), o edificios en ruinas y que han sido demolidos.
Intersticiales	Se ubican en el borde de una autopista o vía férrea, están rodeados por infraestructura o cinturones viales
Atrapados	Pueden ubicarse entre dos infraestructuras o entre un cauce fluvial, por lo general aparecen cuando hay nuevos desarrollos urbanos
Límite	Se ubican en zonas naturales como ríos o cauces fluviales, o en áreas de límite o crecimiento de las ciudades
Naturales	Aparecen en zonas de desarrollo, están en suelo urbano y limitan con zonas naturales o agrícolas

*Fuente:* Berruete (2015, p. 198). Elaboración propia.

Los vacíos urbanos, según Freire (2011), son producto de factores endógenos o propios y factores exógenos o circunstanciales. Sin embargo, su origen puede variar, por ejemplo, si los vacíos urbanos son resultado de procesos históricos suscitados en una ciudad, si son producto de los cambios en la dinámica urbana respecto a características de la morfología o se han presentado por cualidades físicas propias de la ciudad como, por ejemplo, topografía o condiciones geológicas (Rojas, 2009 citado en Vallejo, 2016). Pero, también se puede atribuir otras razones al origen de los vacíos urbanos. Charline (1999) citado en Rábago (2001) señala dos factores que predominan en el contexto latinoamericano: por una parte, las políticas del Estado y por otra, las prácticas sociales y preferencias que, de una u otra forma, interfieren en la valoración o devaluación de los territorios en la ciudad.

En el presente trabajo, se han considerado razones causales que se derivan del acceso a suelo urbano. La adquisición de tierra, de manera directa, implica la obtención de un lote no edificado. El propietario puede mantener el lote como un bien sin utilizarlo de manera inmediata o puede destinarlo como reserva de valor (Abramo, 2009), produciéndose vacíos urbanos por la especulación del suelo por parte del propietario privado o público. De esta manera, se plantean dos teorías explicativas en torno al precio del suelo y el tipo de tenencia del vacío.

Carrión y Carrión (2002), analizan una tipología de tierra vacante apoyada en: tipo de propietario, procedencia, uso y tamaño de la parcela. En este caso, se exponen dos tipos de vacíos acorde a las hipótesis planteadas. Por un lado, la tierra de engorde, es excluida del mercado y está expuesta a procesos especulativos; por lo general se ubican en áreas urbanizadas. "Los propietarios se benefician de las inversiones en desarrollo urbano realizadas por el poder público, que suponen una significativa revalorización de las parcelas del entorno" (Carrión y Carrión, 2002, p. 112). Por otra parte, la tierra con dificultad de inversión está excluida del mercado: el propietario no posee los recursos para desarrollarla y prefiere que sea una

Villavicencio Ordóñez, J. (2022). *Precio de suelos y tipos de tenencia en la producción de vacíos urbanos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 13-35.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/60>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

reserva familiar. Siendo así, los lotes baldíos son originados por la especulación con respecto a la retención de suelo, éste estará a la espera del momento oportuno según los intereses del propietario.

En la producción social del espacio, se puede considerar al espacio como un valor de uso o valor de cambio; es decir, será valor de uso, al asignarle un valor social de utilidad y valor de cambio porque se transfiere su uso a otra persona mediante una transacción económica (Sánchez, 1991). Pero también el suelo, además de ser un bien de consumo, es un bien de inversión de capital. La formación del precio del suelo se produce principalmente por la localización: se formará del centro a la periferia, por lo cual, a mayor distancia del centro el suelo tendrá menor valor. Esto influirá en la distribución de usos en el mercado, donde las funciones y actividades económicas se implantarán en relación a los precios (Martín y Camas, 2017, p. 149). Los precios de suelo son establecidos por parte del municipio, pero sobre todo por la dinámica del mercado y por agentes inmobiliarios. Por lo general, los vacíos urbanos se ubican en áreas donde no pueden ser ocupadas, porque son sectores de bajos ingresos y también las inmobiliarias no consolidan su venta (Clichevsky, 2002). Los procesos de segregación, la carencia de servicios e infraestructura y la permanencia de la tierra a la espera del momento adecuado para usarla o venderla interfieren en la asignación de precios del suelo. El suelo es, por tanto, un bien escaso, originando especulación por las elevadas valoraciones (González, 2012).

Según los artículos 415 a 419, los bienes pueden ser de dominio privado y público; los bienes privados se encuentran bajo la naturaleza del mercado y los públicos pertenecen a cada gobierno autónomo sin poseer valor. Estos pueden ser donados a entidades públicas para la ejecución de servicios, igualmente de índole público (COOTAD, 2011). De esta manera, un bien no puede comportarse de modo capitalista, debido a que está establecido por relaciones sociales que limitan de manera jurídica su uso (Topalov, 1979). Como razón causal de los vacíos urbanos, el tipo de tenencia pública o privada es un factor endógeno que incrementa en las ciudades áreas destinadas como tierra de reserva para expansión urbana (Clichevsky, 2002 citada en Reinoso, 2016). Las expectativas del mercado inmobiliario, conjuntamente con factores culturales, sociales y políticas del suelo están latentes en la ocupación del territorio (Montes, 2016).

### **Caso de estudio: sur occidente de la ciudad de Loja**

Loja está ubicada al sur del Ecuador, a 2.100 metros sobre el nivel del mar. Según el Censo de Población y Vivienda 2010, posee una población de 180.617 habitantes, con una tasa de crecimiento de 2.65%. La población urbana representa el 79.25%, la población rural el 15.94% y la población ubicada en la periferia el 4.81% (INEC, 2010). En la actualidad, la ciudad está conformada por seis parroquias urbanas: Punzara, Sucre, San Sebastián, Carigan, Sagrario y El Valle. Mediante Reforma No. 006-2014, se determinaron los límites de las nuevas parroquias, incorporándose Punzara y Carigan al occidente de la ciudad, incluyendo las áreas

Villavicencio Ordóñez, J. (2022). *Precio de suelos y tipos de tenencia en la producción de vacíos urbanos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 13-35.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/60>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

consolidadas, en proceso de ocupación, expansión urbana reserva y no urbanizable.

El sector occidental ha experimentado procesos de expansión urbana desde 1970, cuando se produjeron los primeros asentamientos espontáneos en el territorio. El crecimiento de la ciudad se manifiesta a partir de los usos de suelo (Salgado, 1990). El centro histórico se constituye centro administrativo, de comercio y se produce un desarrollo hacia la periferia, siendo notable también un crecimiento poblacional por el auge económico de bonanza bananera y petrolera (Palacios, 2015). Con el Plan de Desarrollo Urbano Rural de Loja del periodo 1984 a 1989, se asignaron nuevos usos, determinando el suelo que no era urbanizable por sus características geológicas y topográficas (Palacios, 2015). De esta manera, existió un control respecto al crecimiento urbano en terrenos de carácter agrícola, forestal y ganadero. En 1997, la parte occidental pasó a formar parte del área urbana consolidada, al extenderse el perímetro urbano en la ciudad de Loja (Fernández y Ruiz, 2018) ampliándose de 3316.60 a 5186.58 hectáreas. De esta manera, surgieron nuevas urbanizaciones en la parte sur occidental, porque se dispuso la implementación de programas de vivienda en área de suelo no urbanizable bajo intereses políticos.

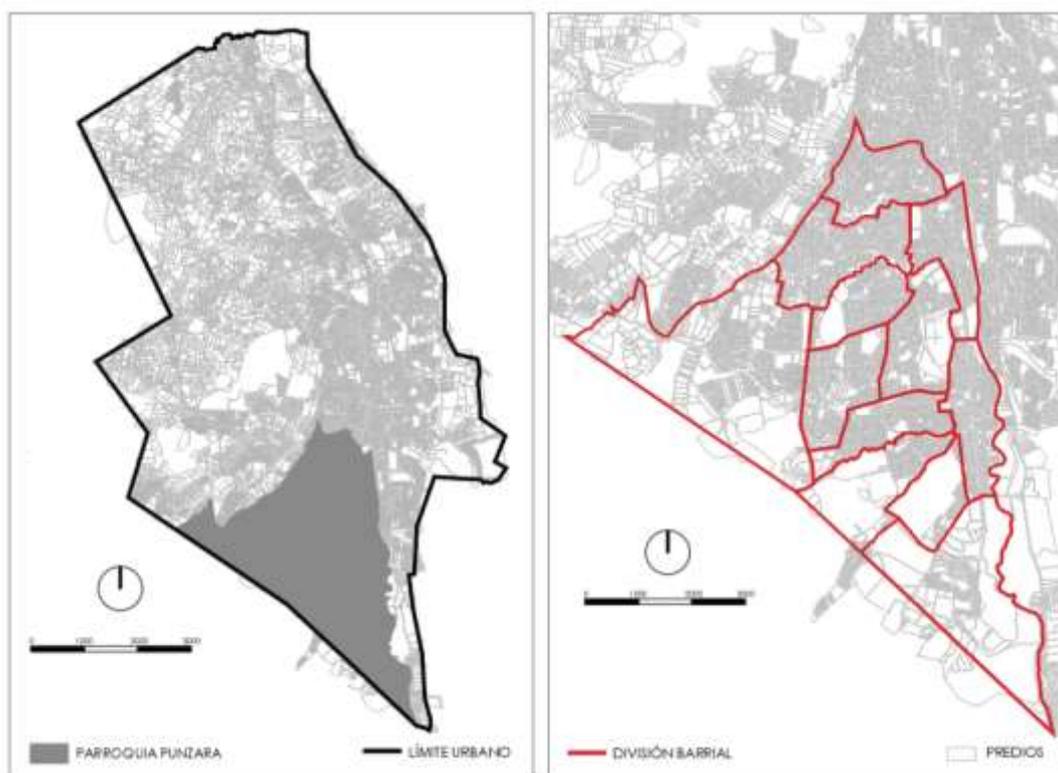
En 2002 se crearon planes sectoriales para regular y controlar el uso de suelo, debido al notable crecimiento en el área occidental, específicamente en el territorio rural. El 22% del área urbana estaba consolidada, el 13% en proceso de consolidación y el 63% era área vacante. En 2009, se elaboró el Plan de Ordenamiento Urbano de la Ciudad de Loja (POUL), cuya propuesta se basaba en polos de desarrollo que incorporen vivienda, recreación, servicios y equipamiento, todo ello ligado a la nueva red vial. Sin embargo, la ciudad no se vio inmersa en un control de crecimiento por parte de la planificación con lo que ha existido un crecimiento irregular con lotes dispersos, ocasionando vacíos y discontinuidad en la trama urbana (Herrera, 2015, p. 18).

Es importante mencionar que el POUL 2009 dedica un apartado a la problemática que representa el sector occidental, planteando algunas estrategias para el desarrollo urbano, mediante conectividad entre la zona occidental y oriental (Yaguana, 2019). Además, el plan plantea la regulación de la expansión, consolidación y densificación de las áreas cercanas al centro, evitando la especulación del suelo y asentamientos en el sector occidental (POUL, 2009).

Por lo tanto, el caso de estudio para la presente investigación considera el sector sur occidente de la ciudad de Loja, específicamente la parroquia urbana Punzara, realizando un recorte temporal desde el 2008 al 2018 por el notable crecimiento, implantación de nuevas urbanizaciones, red vial y crecimiento poblacional. La Parroquia Punzara posee 1052.14 hectáreas, con 39.117 habitantes (Obaco, 2016), con 12 barrios: Daniel Álvarez, Isidro Ayora, Juan José Castillo, La Tebaida, Ciudad Alegría, Santa Teresita, Héroe del Cenepa, Sol de los Andes, San Pedro, La Argelia, San Isidro y Colinas Lojanas (Figura 1.).

**Figura 1**

Área de Estudio - Parroquia Punzara.



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Loja. Elaboración Propia.

Según el POUL 2009, la parroquia tenía una ocupación del 50% de predios sin edificación. El área consolidada del sector aún presenta características referentes a usos no urbanos y la red vial es incompleta con un 31%. El área vacante con cualidades agrícolas tiene posibilidad de convertirse en urbanizable con un 54.90%; finalmente, el área en proceso de consolidación representa el 14.10%. Los usos de suelo que se evidencian en el área son de vivienda, comercio, gestión, industria, servicios generales, combinación de los anteriores y usos no urbanos.

## 2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS / MATERIALES Y MÉTODOS

El modelo de investigación empleado contempla dos variables: por una parte, la variable dependiente que son los vacíos urbanos y la variable independiente, las teorías explicativas o factores causales, operacionalizando las distintas dimensiones mediante indicadores (Tabla 2).

**Tabla 2***Modelo de investigación.*

<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Subdimensiones</b>	<b>Indicador</b>
Vacío urbano	Determinación del vacío urbano	Tipología de vacío urbano	Tipología de vacío urbano
			Características funcionales y espaciales del vacío
			Forma del vacío (regular, irregular y variada)
			Superficie del vacío
Factores causales	Precio del suelo	Variación en el precio del suelo en unidades de análisis	Valoración del suelo urbano en la ciudad de Loja / Municipio 2008-2018
		Tipos de tierra vacante	Valoración del suelo urbano en la ciudad de Loja / Inmobiliarias
			Origen y destino de la tierra vacante (tierra de engorde, dificultad de inversión, afectadas, institucionales)
	Propiedad	Pública	Predios de tenencia pública (municipio)
			Predios de tenencia pública (instituciones)
		Privada	Predios de tenencia privada

*Fuente:* elaboración propia.

Para determinar la tipología de vacíos urbanos, se utilizaron fichas de análisis, en las que se clasificaron y caracterizaron a cada uno de los vacíos urbanos; se empleó fotografía aérea y sistemas de información geográfica para el análisis espacial. Para la variable independiente precio de suelo, se consideraron dos subdimensiones con el objetivo de caracterizar a la tierra vacante y determinar cómo la variación del precio del suelo influye en la permanencia de los vacíos urbanos, utilizando sistemas de información geográfica y tablas de datos. Finalmente, la dimensión de propiedad, se enfocó en identificar los predios de propiedad pública y privada, con el análisis de catastros y registros de cada propietario.

### **Definición de unidades de análisis**

La metodología aplicada consistió en cuatro etapas. Para definir las unidades de análisis que formaron parte de esta investigación se emplearon técnicas de análisis espacial y fotointerpretación con sistemas de información geográfica.

Villavicencio Ordóñez, J. (2022). *Precio de suelos y tipos de tenencia en la producción de vacíos urbanos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 13-35.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/60>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

## **Inventario de vacíos urbanos**

La primera etapa consistió en la construcción del plano de localización de vacíos urbanos en el área de estudio. En la primera fase, se identificaron los vacíos utilizando el catastro municipal del año 2009, el *Basemap (Imagery)* del software ArcGIS versión 10.3 y el recorrido virtual de *Google Maps*; esta herramienta posee imágenes del área de estudio del año 2015. Sobre el mapa base y utilizando la herramienta de polígono, se creó un *shape* denominado "área de estudio y barrios". De esta manera, se asignaron los atributos de superficie en hectáreas y nombre del barrio.

En este mismo sentido, utilizando el catastro y el *Basemap* se dibujaron cada uno de los vacíos urbanos, empleando el sistema de coordenadas *WGS 1984 UTM Zone 17S*, verificando sus características mediante el recorrido virtual en *Google Maps*. En la siguiente fase, se comprobó los vacíos, creando un *shape* denominado "áreas verdes" considerando parques, área de protección de quebradas, espacios deportivos y áreas sobrantes entre cruces de calles o esquinas; también se creó el *shape* áreas de equipamiento.

De esta primera etapa resultaron 2152 vacíos urbanos identificados en el área de estudio, a los cuales se les asigna los atributos: superficie en metro cuadrado, hectárea y barrio donde se encuentra ubicado. Así, se obtiene un área total de 162 hectáreas, representando el 15.39% del área de estudio; además, se determinaron 104 áreas verdes y 41 equipamientos.

## **Aproximación espacial de los vacíos urbanos**

Una de las características principales para la identificación de los vacíos fue que el espacio no debía presentar uso. Es por ello, que se descartaron vacíos que pertenecen a proyectos de vivienda actualmente en abandono y lotizaciones como por ejemplo en el barrio Juan José Castillo. Además, en la segunda etapa se descartan los vacíos que son iguales o menores a 500 metros cuadrados debido a que estos se encuentran en áreas consolidadas y de uso residencial, obteniendo de esta manera 202 vacíos con una extensión de 121.95 hectáreas. Adicionalmente, se incluyó un nuevo *shape* llamado "vacíos urbanos", asignándole un código de identificación correspondiente al número e inicial del nombre de cada barrio donde se ubican: Héroes del Cenepa (H), Sol de los Andes (SA), Isidro Ayora (I), La Tebaida (T), Daniel Álvarez (D), Ciudad Alegría (CA), San Isidro (S), San Pedro (SP), La Argelia (A), Juan José Castillo (J), Santa Teresita (ST) y Colinas Lojanas (CL). En esta misma etapa, se verificó la tenencia de los vacíos utilizando el *shape* "catastro 2019" y se agregó un nuevo atributo denominado "propietario" y la clave catastral de cada predio.

## **Aproximación visual de los vacíos urbanos**

En esta etapa, se realizó un análisis de fotointerpretación para validar la permanencia de los vacíos en el periodo establecido de esta investigación. En este

Villavicencio Ordóñez, J. (2022). *Precio de suelos y tipos de tenencia en la producción de vacíos urbanos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 13-35.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/60>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

proceso, se utilizó una ortofoto del año 2010 - 2013 facilitada por el Instituto Geográfico Militar, con extensión de 51.05 km<sup>2</sup> al 100% en formato tif y una ortofoto del 2018 del archivo de imágenes históricas que posee *Google Earth Pro* en formato jpg. Ambas imágenes fueron trabajadas en un programa gráfico de donde se exportó también el *shape* "vacíos urbanos", sobreponiendo en las dos fotos para comprobar la evolución de uso de los 202 vacíos urbanos identificados.

La etapa de aproximación visual permitió verificar los vacíos identificados, por cuanto podían existir errores de visualización y apreciación con el *Basemap*. De esta manera, se descartan canchas deportivas, vivienda precaria y vacíos que fueron reconocidos como una sola unidad, pero que corresponden a subdivisiones de lotes con varios propietarios. Se realizó un segundo recorte espacial a 132 unidades con una superficie de 102.29 hectáreas y se creó un nuevo *shape* "vacíos urbanos 2".

### Unidades de análisis

La última etapa de la metodología propuesta se sintetiza en el análisis de los vacíos ubicados en cada uno de los 12 barrios del área de estudio, tomando en cuenta aspectos de carácter físico, la relación con el entorno y descartando los vacíos que pertenecen a áreas residuales, uso agrícola, área verde, poseen vivienda, elementos hídricos o tienen uso (Tabla 3).

**Tabla 3**

*Etapas de identificación de vacíos urbanos.*

<b>Barrio</b>	<b>Inventario de vacíos urbanos</b>	<b>Aproximación espacial</b>	<b>Aproximación visual</b>	<b>Unidades de análisis</b>
La Argelia	21	8	7	4
Héroes del Cenepa	51	9	7	3
Colinas Lojanas	499	49	41	17
San Isidro	94	10	3	3
Isidro Ayora	270	41	33	12
La Tebaida	7	2	2	0
San Pedro	72	8	6	2
Sol de los Andes	369	20	10	4
Daniel Álvarez	80	6	3	2
Ciudad Alegría	30	4	4	1

Villavicencio Ordóñez, J. (2022). *Precio de suelos y tipos de tenencia en la producción de vacíos urbanos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 13-35.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/60>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

Juan José Castillo	411	33	12	9
Santa Teresita	248	12	4	3
	<b>2152</b>	<b>202</b>	<b>132</b>	<b>60</b>

Fuente: autoría propia.

Se obtuvieron sesenta unidades de análisis (Figura 2) que comprenden un área de 46.26 hectáreas. Así, se incorporó otro *shape* denominado "unidades de análisis", asignando los atributos de "predio", "sector", "manzana", "zona" y la "cédula de identidad" de cada propietario. Los barrios con mayor número de vacíos urbanos son: Juan José Castillo, Colinas Lojanas e Isidro Ayora.

## Figura 2

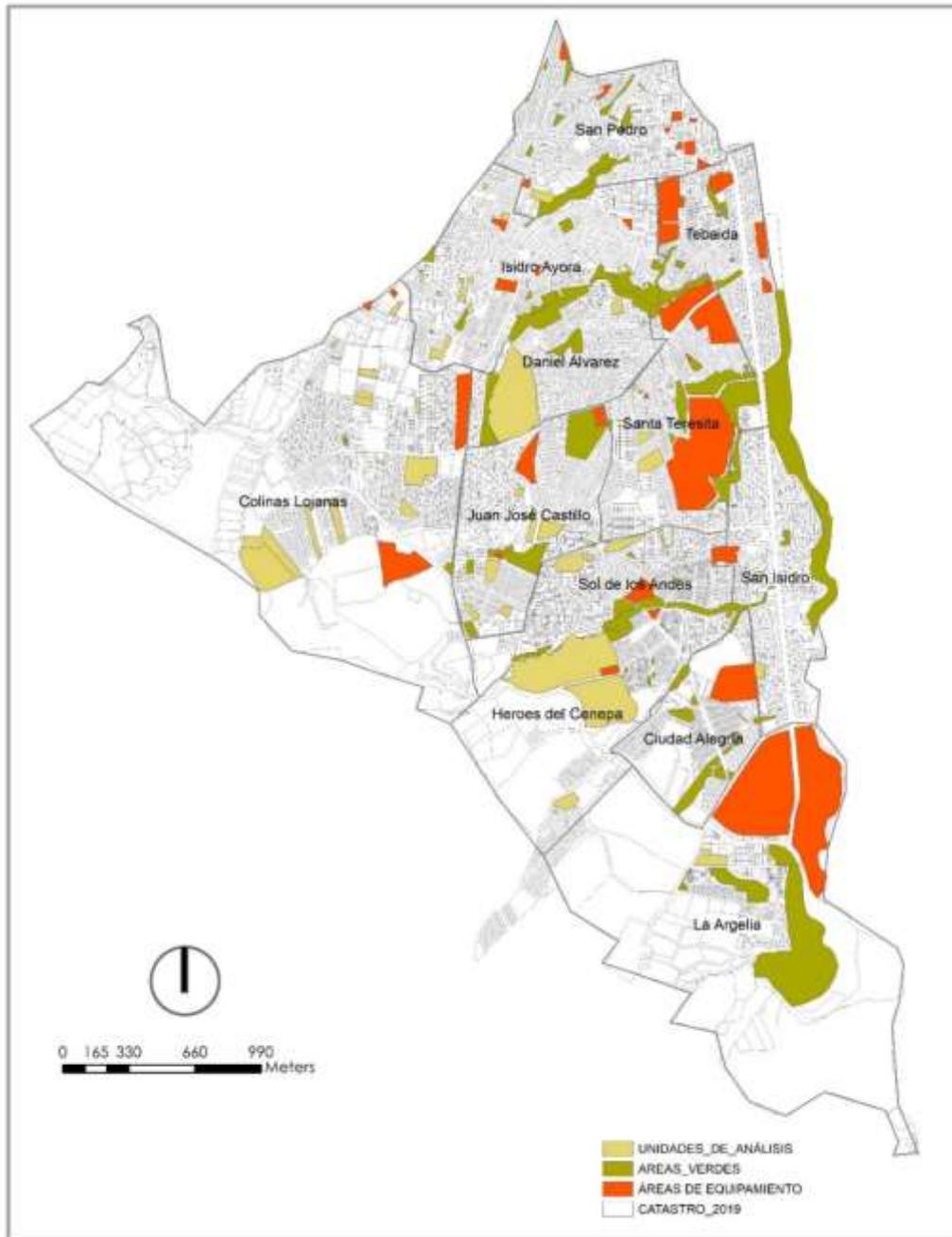
*Delimitación de unidades de análisis.*

Villavicencio Ordóñez, J. (2022). *Precio de suelos y tipos de tenencia en la producción de vacíos urbanos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 13-35.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/60>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Loja 2019. Elaboración propia.

### 3. RESULTADOS

#### Tipología de vacíos urbanos

La clasificación se realizó con base en la caracterización funcional y espacial de cada unidad de análisis, definiendo su forma y superficie. Los vacíos fueron clasificados según la tipología establecida por Berruete (2015, p. 111), en relación a los límites, situación, morfología y superficie. Para determinar cada uno de los tipos de vacíos se asignó una numeración: interior (1), intersticial (2), atrapado (3), límite (4) y natural (5); de igual manera para la forma: regular (1), irregular (2) y

Villavicencio Ordóñez, J. (2022). *Precio de suelos y tipos de tenencia en la producción de vacíos urbanos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 13-35.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/60>

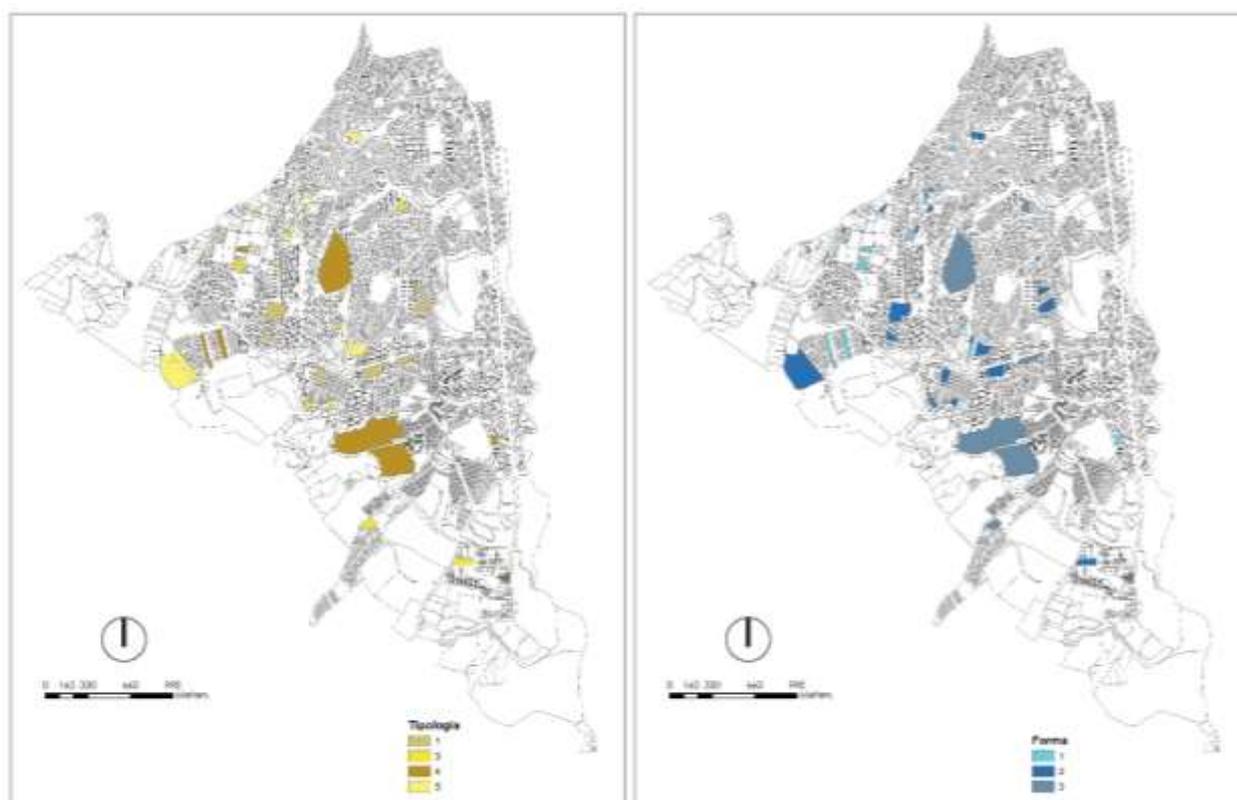
Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

variada (3). De esta manera, se determinó en cantidad cuáles vacíos pertenecen a las tipologías y qué forma presentan. Para reconocer los tipos, se utilizaron factores comunes como el entorno, los límites, infraestructura, hidrografía, desarrollo urbano, que facilitó la relación con las características de cada tipo. Los resultados fueron: 12 vacíos son de tipo atrapado, 15 de tipo natural, 22 de tipo interior, 11 de tipo límite y no existen vacíos correspondientes a al tipo intersticial. Por otro lado, según la forma, fueron reconocidos 22 con forma regular, 30 irregulares y 8 con forma variada. La morfología de los vacíos se relaciona con la tipología y las características del entorno (Figura 3).

### Figura 3

*Tipología y forma de los vacíos urbanos en la parroquia Punzara.*



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Loja (2019). Autoría propia.

### Variaciones en el precio del suelo

El suelo, al ser un elemento de la estructura urbana, se ve condicionado por procesos de especulación. La variación del precio del suelo se convierte en un factor causal de los vacíos urbanos, debido a que es un instrumento para que el propietario genere capital. "En los procesos especulativos, tener la seguridad del precio, factor que en el mayor de los casos el propietario del bien quiere asegurar, aunque está en función de la oferta y la demanda" (Herrera y Peña, 2016, p. 25).

Villavicencio Ordóñez, J. (2022). *Precio de suelos y tipos de tenencia en la producción de vacíos urbanos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 13-35.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/60>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

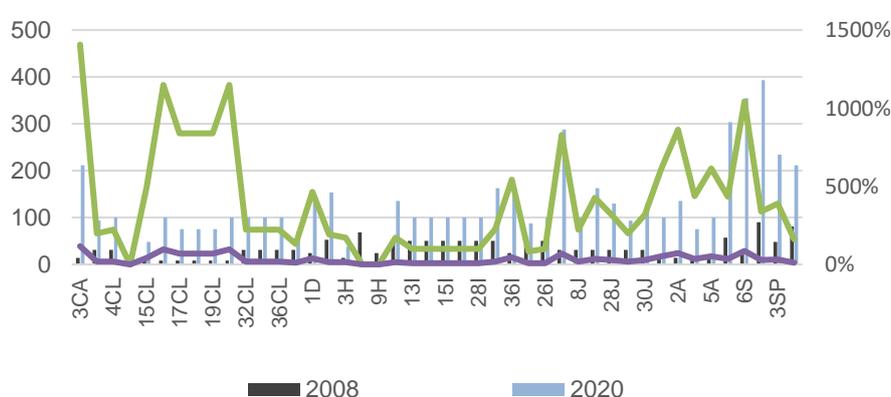
Para asignar el valor del suelo urbano se consideraron las características de uso y ocupación de suelo, la morfología y la presencia de equipamiento urbano, dividido en sectores homogéneos (González, 2012). Los precios del suelo urbano en la ciudad de Loja según el POUL 2009 comprenden entre \$2/m<sup>2</sup> y \$378/m<sup>2</sup>; los valores más bajos se ubican en áreas del límite urbano, con valores entre \$2/m<sup>2</sup> a \$6/m<sup>2</sup>, en el sector occidental y los valores altos en el centro cuyos usos son comercial y de servicios.

El área de estudio según el POUL 2009 presenta valores entre \$2 y \$180 por m<sup>2</sup>, identificándose valores bajos cerca al límite urbano. Así también, se ubicaron los vacíos analizados para obtener la variación temporal durante el periodo de investigación. Es importante destacar que durante el periodo de estudio solo existe un Plan de Ordenamiento Urbano; actualmente, se desarrolló el nuevo plan, por lo que no se poseen datos para realizar la comparación. Sin embargo, se utilizaron los datos del año 2020 que se incluyen en cada una de las fichas catastrales que posibilita el GAD Municipal de Loja y permiten conocer el avalúo de la propiedad por m<sup>2</sup> homogéneo (POUL 2009). En este caso, no se incluyeron 16 vacíos pertenecientes al Municipio, ya que estos terrenos no son ofertados.

En el periodo analizado, existe una variación notable de los precios del suelo respecto donde se ubica cada uno de los vacíos urbanos. En la Figura 4, se puede observar la variación absoluta en porcentaje y el incremento anual según los barrios. De esta manera, si se analiza el vacío 16 de Colinas Lojanas en el 2008, el precio del suelo en este barrio es de \$8/m<sup>2</sup>, lo que para el 2020 el valor se incrementa en 1150% con \$100/m<sup>2</sup>, incrementándose anualmente el valor en 96%. Caso contrario sucede con los vacíos 411 y 26l en el Barrio Isidro Ayora con un incremento anual de 7 y 8%.

#### Figura 4

Variación temporal del precio del suelo.



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja. Jefatura de Catastros y Avalúos. Autoría propia.

Por el contrario, no se contó con información de las inmobiliarias con respecto al periodo de análisis. Estas tienden a establecer precios referenciales según la ubicación de los barrios (González, 2012). Esto está relacionado

Villavicencio Ordóñez, J. (2022). *Precio de suelos y tipos de tenencia en la producción de vacíos urbanos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 13-35.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/60>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

directamente con la modalidad de oferta y demanda, ya que reciben un porcentaje del valor de venta. Durante la investigación, se pudo recopilar valores referentes al año 2012, donde se obtuvo una clasificación de precios según sectorización de barrios, considerando 15 inmobiliarias de la ciudad de Loja. Como indica la Tabla 4, existe una variación paulatina respecto a los datos que corresponden a los establecidos por el municipio.

**Tabla 4**

*Precios referenciales según barrios y cantidad de vacíos urbanos.*

<b>Barrio</b>	<b>Precio \$/m<sup>2</sup> (2012)</b>	<b>Cantidad de vacíos</b>
La Argelia	70	4
San Isidro	100	3
Héroes del Cenepa	70	3
Juan José Castillo	70	9
San Pedro	150	2
Isidro Ayora	80	12
La Tebaida	140	0
Colinas Lojanas	40	17
Ciudad Alegría	s/i	1
Sol de los Andes	70	4
Santa Teresita	100	3
Daniel Álvarez	90	2
<b>Total</b>		<b>60</b>

*Fuente:* González (2012, p. 85-89). Asociación de Corredores Loja. Autoría propia.

### **Tipo de tenencia**

En el negocio de la tierra urbana intervienen actores del sector privado, inmobiliarias, entidades financieras, cooperativas y organizaciones populares. Por otro lado, están los actores del sector público como el Municipio y el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. Los actores se relacionan al mercado de la tierra por situaciones en las que predomina la ocupación de la tierra, localización, superficie y tipo de cliente (Carrión y Carrión, 2002).

Los 60 vacíos urbanos son de propiedad pública y privada. Los públicos pertenecen al municipio, cooperativas o entidades estatales. El POUL 2009 definió una clasificación para asignar la propiedad de los predios: natural, jurídico público, jurídico privado o jurídico público municipal. Se ha utilizado esta clasificación para determinar a cuál pertenecen los vacíos urbanos. De esta manera, se obtiene que el 27% es de propiedad jurídico municipal, el 65% es de propiedad natural, el 5% jurídico privado y el 3% pertenece al jurídico público (Figura 5).

### **Figura 5**

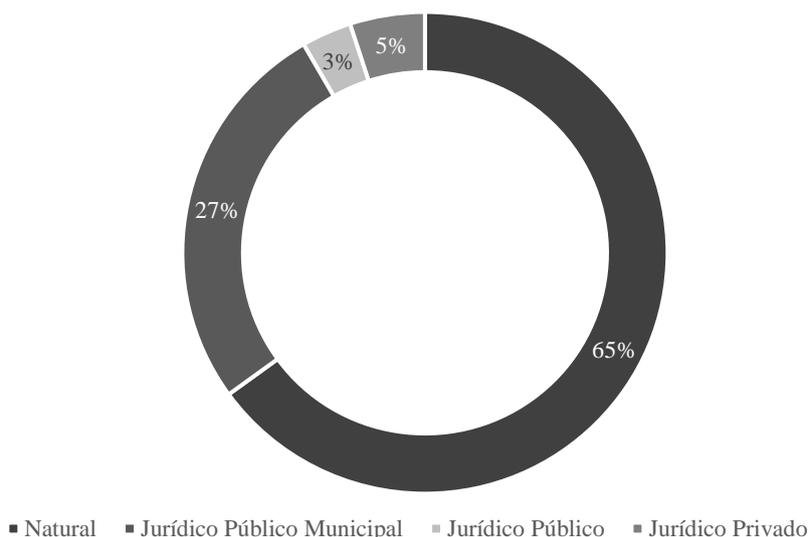
Villavicencio Ordóñez, J. (2022). *Precio de suelos y tipos de tenencia en la producción de vacíos urbanos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 13-35.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/60>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

Tipo de tenencia.



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Loja (2019). Elaboración propia.

En la ficha registral que proporciona el Registro de la Propiedad del Cantón Loja, se pueden conocer los antecedentes que posee cada vacío, el número de inscripción, el acto y calidad del propietario y la fecha de inscripción (Tabla 5). Con esta información fue posible realizar una aproximación para conocer el tiempo de permanencia con el último propietario hasta el 2018. No se consideraron los 16 vacíos de propiedad jurídico público municipal, uno de tenencia jurídico privado, dos de jurídico público y dos de tenencia natural, debido a que no fue posible acceder a las fichas registrales de estos vacíos.

**Tabla 5**

Temporalidad de vacíos urbanos hasta el 2018.

Código	Calidad	Acto	Año de inscripción	Temporalidad
3CA	Adquirente	Partición	2016	2
2CL	Adquirente	Compraventa con hipoteca	2016	2
4CL	Adquirente	Compraventa	2016	2
7CL	Adquirente	Compraventa	1996	22
15CL	Adquirente	Compraventa con hipoteca	2016	2
16CL	Adjudicatario	Partición	2017	1
17CL	Adquirente	Gananciales, derechos y acciones	2001	17
18CL	Otorgante	Expropiación	2014	4

Villavicencio Ordóñez, J. (2022). Precio de suelos y tipos de tenencia en la producción de vacíos urbanos. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 13-35.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/60>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

19CL	Propietario	Partición Extrajudicial	2009	9
30CL	Adquirente	Compraventa	1996	22
32CL	Adquirente	Compraventa	2003	15
35CL	Adquirente	Compraventa	1996	22
36CL	Adquirente	Prescripción extraordinaria	2004	14
41CL	Adquirente	Partición Extrajudicial	1995	23
4H	Vendedor	Compraventa	2019	-1
9H	Vendedor	Compraventa	2019	-1
12I	Adquirente	Compraventa	1980	38
13I	Adquirente	Adjudicación	2015	3
14I	Adjudicatario	Partición	2011	7
15I	Adquirente	Adjudicación	2015	3
28I	Adjudicatario	Partición	2011	7
31I	Adquirente	Compraventa	2014	4
36I	Otorgante	Compraventa (propiedad vendida)	1992	26
41I	Adquirente	Compraventa	2000	18
26I	Adquirente	Compraventa	2005	13
4J	Adquirente	Documento	2019	-1
8J	Adquirente	Compraventa	2011	7
26J	Adquirente	Compraventa	2000	18
28J	Otorgante	Derechos y acciones	2008	10
29J	Adquirente	Partición	2013	5
30J	Adquirente	Partición	2015	3
2A	Adquirente	Compraventa	2008	10
4A	Adquirente	Derechos y acciones	2009	9
5A	Adquirente	Compraventa con hipoteca	2013	5
3S	Otorgante	Compraventa (propiedad vendida)	2004	14
6S	Adquirente	Partición	2001	17
7S	Propietario	Documento	2019	-1
3SP	Adquirente	Compraventa	2005	13
7ST	Otorgante	Compraventa (propiedad vendida)	2014	4

Fuente: Registro de la Propiedad del Cantón Loja. Autoría propia.

De los 39 vacíos revisados, la temporalidad que revelan es de 1 a 38 años. Los vacíos con -1 se encuentran fuera del periodo, es decir, fueron adquiridos en el 2019. El vacío 12I presenta 38 años que ha permanecido con el mismo propietario y por lo tanto sin uso. Este vacío posee una forma regular y tipología natural, en

Villavicencio Ordóñez, J. (2022). *Precio de suelos y tipos de tenencia en la producción de vacíos urbanos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 13-35.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/60>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

cambio, el vacío 16CL ubicado en el barrio Colinas Lojanas tiene un año de temporalidad posee forma regular y tipología límite.

De la información recopilada, también se puede acotar que, de los 39 vacíos, se reconocieron 11 tipos de actos: partición, compraventa con hipoteca, compraventa, expropiación, partición extrajudicial, prescripción extraordinaria, gananciales, derechos y acciones, adjudicación, derechos y acciones, documento y compraventa (Registro de la Propiedad). Esto permitió conocer el tipo de tierra vacante de cada vacío y la condición que sustenta la permanencia de los vacíos urbanos. La mayor cantidad de vacíos han sido adquiridos por compraventa seguido del acto de partición.

#### 4. DISCUSIÓN

Al considerar al vacío como espacio sin uso y fuera de la dinámica de la ciudad, es preciso determinar las causas que lo originan. Existen algunos factores más allá de la morfología, el crecimiento y transformación urbana, planificación fallida, desastres naturales y los cambios en el uso del suelo (López, 2016). Estos vacíos, denominados funcionales, son producto de los cambios en la dinámica y ritmos urbanos, pero también son resultado de las transformaciones económicas (Chalin, 1981 citado en Reinoso, 2016).

En este trabajo se tomaron en consideración factores que derivan de los efectos económicos sobre el territorio que han provocado modificaciones en el sector inmobiliario, influyendo en el control del precio de suelo. La primera hipótesis formulada en torno a la variación del precio de suelo como factor causal, considerando las condiciones de la tierra vacante como reserva a la espera de demanda, inciden directamente en la permanencia de los vacíos.

En la Figura 4, se observó que existe una variación porcentual promedio de 400%, con un incremento anual del 34%. El Barrio Colinas Lojanas presenta los valores más bajos, siendo que el precio fue de \$6/m<sup>2</sup> en el año 2008 de a \$100/m<sup>2</sup> en el 2020 con variación absoluta de \$92/m<sup>2</sup>, a pesar que el sector se encuentra cercano al límite urbano y aún presenta características rurales. Los barrios cercanos al centro de la ciudad: San Isidro, San Pedro y Santa Teresita, presentan de 2 a 3 vacíos con incrementos anuales del precio de suelo entre 13 y 36%. Por el contrario, otros barrios como, Héroes del Cenepa, Isidro Ayora y Juan José Castillo, presentan baja variación en los precios, lo que no sucede con el resto de los barrios que, debido a la presencia de externalidades como nuevos desarrollos urbanísticos, infraestructura y equipamiento, ocasiona que exista oferta y demanda del suelo.

Algunos vacíos analizados presentan entre 22 y 38 años sin uso y pertenecen al mismo propietario. Estos fueron adquiridos por compraventa y partición y son de propiedad jurídico natural, con lo que puede atribuirse su uso como tierra de reserva. El propietario se encuentra a la espera de una mejor valoración a pesar de ubicarse cercanos a nueva infraestructura.

Con estos antecedentes, se puede afirmar que los vacíos urbanos son considerados como tierra de engorde y tierra con dificultad de inversión según la clasificación de Carrión y Carrión (2002). Los vacíos urbanos están expuestos a procesos de especulación, a la espera de obtener un beneficio económico. Como ya se mencionó, los agentes públicos y privados ejercen acciones para que la tierra permanezca vacante, prevaleciendo intereses principalmente económicos, seguidos de los sociales (Clichevsky, 2002). El planteamiento de la segunda hipótesis responde a que el propietario privado actúa de manera formal o informal en el mercado de tierra y, a la vez, el propietario público tiene espacios residuales que no cuentan con recursos para usarlos o utilizarlos en proyectos para la ciudad.

Finalmente, dos vacíos identificados pertenecen a la Secretaría Nacional de Comunicación y al Fondo de Cesantía del Magisterio Ecuatoriano, es decir, son de tenencia pública. Por otra parte, tres vacíos de tenencia privada corresponden a la Asociación General de Empleados de la Universidad Nacional de Loja (AGEUL) y a la Cooperativa de Producción Minera Once de Julio. Algunos de ellos forman parte de programas de vivienda y otros son terrenos que han sido evaluados para proyectos futuros y que se incluyeron en el POUL 2009. En el área de estudio, predominaron los vacíos con tenencia natural. Estos poseen una relación directa con la primera hipótesis, al decir que la tierra es utilizada como reserva, esperando una oportunidad para ofertar, ya que han permanecido sin uso durante un tiempo considerable. La mayoría de estos terrenos han sido adquiridos por partición (herencia) y compraventa que confirman la tierra como un bien del que se puede recibir una ganancia económica.

## 5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

Con la información recopilada, se concluye que los efectos políticos y económicos influyen en la producción y permanencia de los vacíos urbanos, mediante las escasas o nulas políticas públicas referentes al control del uso de suelo. Es importante, contar con un inventario de vacíos urbanos en las ciudades, ya que permite formular instrumentos de regulación para controlar el precio de suelo por parte del municipio, del sector inmobiliario y el estado.

En la actualidad, existe una ordenanza para lotes sin cerramiento con la asignación de una multa que se impone al propietario durante un periodo de tiempo. Se destaca la importancia de conocer las cualidades de los vacíos urbanos para proponer estrategias respecto a su intervención y revertir la problemática de especulación, priorizando el acceso al suelo, mediante la regulación. Además, la crítica a los planes urbanos que no incluyen estrategias de intervención o mitigación para su origen. El vacío urbano se encuentra activo y posee gran importancia en la generación de alternativas para densificación en las ciudades y reducir índices de desigualdad.

## 6. REFERENCIAS

- Abramo, P. (2009). Formas de financiamiento del acceso a la tierra y el financiamiento del mercado inmobiliario. Un ensayo a partir de la Villavicencio Ordóñez, J. (2022). *Precio de suelos y tipos de tenencia en la producción de vacíos urbanos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 13-35.  
<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/60>  
Julio - diciembre (2022)  
ISSN 2806-5573

perspectiva regulacionista. *La producción de las ciudades Latinoamericanas: mercado inmobiliario y estructura urbana*. Volumen V. 75-105. Quito. Textos Urbanos. OLACCHI.

Berruete, F. (2015). *Vacíos urbanos en la ciudad de Zaragoza (1945-2010) Oportunidades para la estructuración y continuidad urbana*. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Madrid. <http://oa.upm.es/36549/>

Carrión, D. y Carrión, A. (2002). Tierra vacante en Quito. Estrategias de "engorde" y ausencia de políticas de suelo. En N. Clichevsky. *Tierra vacante en ciudades latinoamericanas*. (pp. 107-125). Canadá. Lincoln Institute of Land Policy.

Chalin, C. (1981). *La Dinámica Urbana*. No. 31. España. Madrid. Colección Nuevo Urbanismo.

Charline, C. (1999). *Le régénération urbaine*. París.

Clichevsky, N. (2002). El contexto de la tierra vacante en América Latina. *Tierra vacante en ciudades latinoamericanas*. (pp. 1-12). Canadá. Lincoln Institute of Land Policy.

Fernández, G. y Ruiz, K. (2018). *El borde como elemento articulador en ciudades andinas intermedias. Borde centro occidental de Loja como caso de estudio*. (Tesis de grado). Universidad Técnica Particular de Loja. Facultad de Arquitectura. Loja. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/22614>

Freire, S. (2011). Los "vacíos urbanos" Causas de su existencia en el suelo urbano de la primera periferia de Madrid. N01. *Revista Territorios en Formación*. Trabajo Fin de Máster. Estudios Urbanos. 61-78.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja, (2011). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Loja 2012-2022*. Dirección Estratégica de Prospectiva y Proyectos.

González, C. (2012). *Los mercados del suelo urbano y captación de plusvalías en la ciudad de Loja*. (Tesis de grado). Universidad Técnica Particular de Loja. Titulación de Arquitecto. Loja. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/4260>

Herrera, K. (2015). *Estudio de los asentamientos espontáneos urbanos de la ciudad de Loja aplicando una propuesta de urbanismo social*. (Tesis de grado). Universidad Técnica Particular de Loja. Facultad de Arquitectura. Loja. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/12633>

Herrera, L. y Peña, L. (2016). *Baldíos en la zona centro de Ciudad Juárez Chihuahua: su uso como planteamiento para una ciudad compacta y sustentable*. Vol. 1. Issue 1. International Multilingual Journal of Science and Technology.

Villavicencio Ordóñez, J. (2022). *Precio de suelos y tipos de tenencia en la producción de vacíos urbanos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 13-35.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/60>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

Ilustre Municipio de Loja, (2008). *Plan de Ordenamiento Urbano de la Ciudad de Loja 2009-2023. Propuesta Territorial*. 1-11.

INEC. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010.

Koolhaas, R. (2016). *Acerca de la ciudad*. Barcelona. España. Gustavo Gili, SL.

López, M. (2016). *Vacíos urbanos como oportunidad de desarrollo urbano en la localidad de los mártires*. (Tesis de grado) Universidad de La Salle. Facultad de Ciencias del Hábitat. <https://ciencia.lasalle.edu.co/arquitectura/652/>

Martín, A. y Camas, A. (2017). Relación y mercado de suelo España. Presupuestos para el debate. *Revista EURE*. Vol. 43. No. 130. 141-160.

Ministerio de Coordinación de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados. (2011). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización COOTAD*. Quito.

Montes, A. (2016). La gestión del vacío urbano: contexto, casos y propuestas. Ciudad y Territorio. Ensayo. *Revista de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Costa Rica*. Vol. 5. Núm. 2.

Obaco, R. (2016.) *Diseño de equipamiento cultural y recreativo como elemento urbano para una nueva centralidad en la ciudad de Loja, caso de estudio Parroquia Punzara*. (Tesis de grado). Universidad Técnica Particular de Loja. Loja. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/15913>

Palacios, C. (2015). *Modos y planes en el crecimiento urbano de la ciudad de Loja. 1900-2013*. (Tesis de grado) Universidad Técnica Particular de Loja. Facultad de Arquitectura. Loja. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/11296>

Rábago, J. (2001). *¿Vacíos urbanos o vacíos de poder metropolitano?* Madrid. España. Instituto Juan de Herrera.

Reinoso, V. (2016). *Grandes vacíos urbanos. El vacío urbano en la transformación de la ciudad contemporánea. Parque Bicentenario de la Ciudad de Quito*. (Tesis de maestría). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Quito. <http://hdl.handle.net/10469/9406>

Ríos, M. (2013). *El vaciado urbano para construcción del espacio público. Estrategias de Acupuntura Urbana en Ciutat Vella*. (Tesis de máster). Universitat de Barcelona. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/2445/45004>

Rojas, A. (2009). *La ciudad viva*. Chile.

Ruiz, M. (2017). *Estrategias de recuperación de vacíos urbanos en centros consolidados. Caso de estudio: Barrio Ramón Pinto del cantón Loja*. (Tesis de grado) Universidad Técnica Particular de Loja. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/17515>

Villavicencio Ordóñez, J. (2022). *Precio de suelos y tipos de tenencia en la producción de vacíos urbanos*. *Revista Cotopaxi Tech*, 2(2), pp. 13-35.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/60>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

- Salgado, E. (1990). *Estudio de los asentamientos espontáneos urbanos de la ciudad de Loja*. (Tesis de grado). Universidad Técnica Particular de Loja. Facultad de Arquitectura. Loja. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/16207>
- Sánchez, J-E. (1991). El Espacio geográfico. En *Espacio, economía y sociedad. Economía y demografía*. (pp. 13-27). Siglo XXI de España Editores, S. A.
- Topalov, C. (1979). *La formación de los precios del suelo en la ciudad capitalista: Introducción al problema de la renta*. (pp. 647-667).
- Urbina, C. (2002). *El lugar del vacío urbano en la ciudad contemporánea. Centro y vacíos en Maracaibo-Venezuela*. Artículo. Venezuela.
- Vallejo, A. (2016). *Integración de los vacíos residuales de borde con la traba urbana: Centro de Apoyo Juvenil*. (Tesis de grado) Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/11565>
- Yaguana, Y. (2019). *Plan parcial para el área de expansión urbana de la ciudad de Loja: de los barrios, Menfis, Obrapia, La Alborada y Chonta Cruz, pertenecientes a la Parroquia urbana Sucre, en base al Plan de Ordenamiento Urbano de la Ciudad de Loja, 2008-2023*. (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/16204>

**ARTICULACIÓN ENTRE GOBIERNOS LOCALES Y ACADEMIA PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE EN LATACUNGA, ECUADOR**

Ángel Velásquez Cajas  
apvelasquezc@istx.edu.ec  
Instituto Superior Universitario Cotopaxi

Rodrigo Reinoso AVECILLAS  
rlreinosoa@istx.edu.ec  
Instituto Superior Universitario Cotopaxi

Recibido: 03/03/22  
Aceptado: 30/05/22  
Publicado: 01/07/22

**RESUMEN**

El mecanismo de articulación entre la academia local y el Gobierno Autónomo Descentralizado de Latacunga representa una oportunidad para vincular la ciencia y la política en torno a la toma de decisiones para la gestión territorial y la implementación de modelos de desarrollo sostenible. El fortalecimiento de las redes académicas en la provincia de Cotopaxi ha permitido nuevos enfoques sobre los modelos de desarrollo local. En específico, la red de Desarrollo Urbano Sostenible de Cotopaxi, Red DUS-C, fundada a inicios del 2020, ha protagonizado la articulación entre varios actores locales, incidiendo en el pensamiento hacia nuevos modelos de desarrollo sostenibles relacionados con el tema del verde urbano. Como metodología, el presente artículo sistematiza las experiencias de este proceso, a través de revisión documental y entrevistas semiestructuradas. El resultado: la articulación de la integralidad de actores en temas relacionados al desarrollo urbano sostenible fomenta la responsabilidad y participación activa de todos. Antes de esta experiencia, la academia realizaba esfuerzos independientes para solucionar problemáticas de su entorno a través de proyectos de investigación y vinculación. No existía una adecuada visibilidad de estas iniciativas por parte de los tomadores de decisiones, en este caso, el Gobierno Municipal de Latacunga. Progresivamente, dicho contexto ha cambiado: las autoridades se interesan más en lo que dicen los académicos e investigadores, específicamente en el arbolado urbano.

**PALABRAS CLAVE:** articulación gobierno - academia, Red de Desarrollo Urbano Sostenible de Cotopaxi, arbolado urbano, desarrollo sostenible.

**ARTICULATION BETWEEN LOCAL GOVERNMENTS AND ACADEMIA FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN LATACUNGA, ECUADOR****ABSTRACT**

The articulation mechanism between local academia and the Autonomous Decentralized Government of Latacunga represents an opportunity to link science and politics around decision-making for territorial management and the implementation of sustainable development models. The strengthening of academic networks in the province of Cotopaxi has allowed for new approaches to local development models. Specifically, the Red de Desarrollo Urbano Sostenible de Cotopaxi, founded in early 2020, has led the articulation between several local actors, influencing the thinking towards new models of sustainable development related to the issue of urban green. As a methodology, this article systematizes the experiences of this process, through documentary review and semi-structured interviews. The result: the articulation of the integrality of actors in issues related to sustainable urban development promotes the responsibility and active participation of all. Prior to this experience, the academy made independent efforts to solve problems in its environment through research and linkage projects. There was no adequate visibility of these initiatives by decision makers, in this case, the Municipal Government of Latacunga. Progressively, this context has changed: the authorities are more interested in what academics and researchers say, specifically in urban trees.

**KEYWORDS:** government-academia articulation, Red de Desarrollo Urbano Sostenible de Cotopaxi, urban tree planting, sustainable development.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las acciones de articulación entre las redes de conocimiento en torno al desarrollo urbano sostenible y su vinculación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados encuentran en los instrumentos globales y en las agendas nacionales su carta de navegación. A nivel global, la Agenda 2030 en la que se plantean los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fue suscrita en 2015 por 193 países, en la Asamblea General de las Naciones Unidas. Contiene 17 ODS (con 169 metas) y entre ellos, el que apunta directamente al tema de Desarrollo Sostenible a nivel urbano es el Objetivo 11: “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles” (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

Adicionalmente, otros instrumentos importantes son el Acuerdo de París sobre Cambio Climático (2015), la Nueva Agenda Urbana (2016) y sus planes de acción regional “con enfoque de derechos humanos como base fundamental y transversal en la planificación urbana y el ordenamiento territorial” (Secretaría de Educación Superior, Ciencia Tecnología e Innovación, 2020). Su aplicación se basa en seis ejes: políticas nacionales urbanas, marcos legales urbanos, planificación urbana, territorial y diseño urbano integrado, economía urbana y finanzas municipales, implementación local y mecanismos de monitoreo, reporte y examen.

Analizando la realidad ecuatoriana, es importante citar la Primera Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) que representa un compromiso nacional para sumarse a la lucha global para combatir el cambio climático y cumplir con las obligaciones que surgen a partir de la firma del Acuerdo de París (Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación & GIZ, 2020). El objetivo general de la NDC para el Ecuador es: “implementar políticas, acciones y esfuerzos que promuevan la reducción de gases de efecto invernadero y el aumento de la resiliencia y disminución de la vulnerabilidad de los efectos adversos del cambio climático” (República del Ecuador, 2019, p. 12).

Dicho objetivo va relacionado con la mitigación y adaptación. Sobre mitigación, el fin es contribuir con los esfuerzos globales de reducción de gases de efecto invernadero. Se retoman los sectores priorizados en la Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025, tales como energía, procesos industriales, agricultura, uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura y residuos (Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación & GIZ, 2020).

A más de las NDC, el Ecuador durante el 2020 oficializó la implementación de la Agenda Hábitat Sostenible del Ecuador 2036 como una guía de planificación y un mecanismo para fortalecer la gobernanza con metas comunes de corto, mediano y largo plazo para nuestras ciudades. Más allá de ser una guía, es una apuesta al futuro que busca, mediante el compromiso de todos los actores, marcar un norte para el desarrollo sostenible en el país y generar las condiciones ideales para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la Nueva Agenda

Urbana (NAU) y el Acuerdo de París (Agenda Hábitat Sostenible del Ecuador 2036, 2020, p.10).

La Agenda de Investigación Urbana Aplicada es un documento que busca articular la discusión científica global y nacional en torno al Desarrollo Urbano Sostenible (DUS) y convertirse en un referente para que los actores gestores y generadores de conocimiento puedan proponer, diseñar e implementar proyectos de investigación aplicada que generen evidencia científica para la toma de decisiones. La Estrategia de Fortalecimiento de las Capacidades como una hoja de ruta para fortalecer, desarrollar e impulsar las capacidades de los actores para la generación de iniciativas vinculadas a la producción de hábitat, como la investigación aplicada y la gobernanza local. Finalmente, todos estos instrumentos apuntan hacia un mecanismo de gobernanza y de convivencia, denominado "Ecosistema del Desarrollo Urbano Sostenible". La Agenda de Investigación Urbana lo define como:

Este ecosistema de innovación, tiene el objetivo de incidir en la política pública local y nacional y comprende procesos adicionales a la producción de conocimiento, como son el fortalecimiento de capacidades, la articulación de mecanismos de financiamiento. Estos necesariamente deben ir relacionados a un mecanismo de gobernanza y la interconexión de actores de oferta y demanda de conocimiento, así como todos los actores de la Ciencia, Innovación y Tecnología, para dinamizar procesos de aprendizaje social, e innovación de la política pública relacionada al desarrollo urbano sostenible. (Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación & GIZ, 2020, p. 11)

Ya en el contexto local, el 28 de enero de 2020 se firma el acta constitutiva de la Red de Desarrollo Urbano Sostenible de Cotopaxi, organización de carácter académico dedicada a "promover el cumplimiento de los acuerdos internacionales sobre Desarrollo Sostenible, Cambio Climático, Hábitat, con los procesos de investigación, formación, innovación y vinculación con la comunidad, como mecanismo efectivo para promover modelos de desarrollo sostenible a nivel parroquial, cantonal y provincial" (Red de Desarrollo Urbano Sostenible de Cotopaxi, 2020). En su Reglamento, se despliegan 3 ejes transversales: gestión de riesgos, prospectiva territorial y ecología urbana, con sus respectivas líneas de investigación.

Con el pasar del tiempo, ecología urbana se convirtió en un grupo de investigación consolidado, donde se involucraron varios investigadores, tanto de la academia como de la empresa privada. A través de sus dos líneas de investigación, corredores verdes urbanos y metabolismo urbano y movilidad sostenible, se plantearon varias problemáticas que adolece la ciudad de Latacunga en relación a estos temas como: escasez de verde urbano, deficiente gestión de desechos, exceso de tráfico en el centro de la ciudad, entre otras. En este sentido, el mencionado grupo de investigación propuso ciertas alternativas para la mitigación de los problemas detectados; una de ellas será descrita en los siguientes apartados del artículo.

Velásquez Cajas, A. y Reinoso Avecillas, R. (2022). *Articulación entre gobiernos locales y academia para el desarrollo sostenible en Latacunga, Ecuador*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 36-50.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/97>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

## 2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS / MATERIALES Y MÉTODOS

En este artículo, se describe la sistematización de la propuesta del “Arbolado Urbano de Latacunga”, caracterizada como un espacio de articulación y fortalecimiento de las políticas públicas en torno a la gestión de riesgos y adaptación del cambio climático, relacionando a la academia y a los gobiernos locales. Este aparece desde la condensación de unos insumos de investigación de la academia, la priorización de las temáticas de ecología urbana a partir de la configuración de la Red de Desarrollo Urbano de Cotopaxi, la utilización de tecnologías de información en los procesos de corresponsabilidad ciudadana y la articulación de la academia con el gobierno local de Latacunga. La sistematización de esta experiencia del verde urbano de Latacunga recoge los primeros esfuerzos desarrollados desde la academia en su articulación con el gobierno local, es decir, no tiene un diseño de propuesta integral ejecutada solamente desde el Municipio de Latacunga, la academia u otros actores, sino que se configuró como un problema público que requiere de la intervención de las autoridades.

## 3. RESULTADOS

Adentrándonos en la mencionada propuesta del arbolado urbano de Latacunga, esta ha cumplido una ruta que se detalla a continuación y también resumida en la Figura 1.

### Fase 1: índice de gestión de riesgos e índice de arbolado urbano de Latacunga

En octubre del 2019, se inicia un trabajo articulado entre GIZ, Grupo FARO, el Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi, la Asociación de Profesionales de Gestión de Riesgos del Ecuador y el Municipio de Latacunga, con la finalidad de:

contribuir a que el gobierno local mejore su capacidad correctiva y prospectiva de los riesgos en concordancia con sus competencias municipales y (...) fomentar la corresponsabilidad ciudadana, ejerciendo el derecho colectivo de manifestar intereses, propuestas y de participar en la toma de decisiones de asuntos de interés vinculados a esta problemática. (Grupo FARO & Asociación de Profesionales de Gestión de Riesgos del Ecuador, 2020, 9)

De esta investigación, se desprende algunos índices en torno a la situación actual de la ciudad de Latacunga, en temas de gestión de riesgos, resiliencia y adaptación al cambio climático. En este mismo contexto, el estudio de “Percepción social del riesgo en la ciudad de Latacunga” (Grupo FARO et al., 2020) identifica el poco conocimiento de la ciudadanía sobre el cambio climático. Entre los resultados sobresale un índice sobre el escaso porcentaje de verde urbano y uso de espacios públicos. Esta, fue la referencia inicial para seleccionar el arbolado urbano entre las acciones clave a solucionar.

### Figura 1

*Recorrido del arbolado urbano de Latacunga.*

Velásquez Cajas, A. y Reinoso Avecillas, R. (2022). *Articulación entre gobiernos locales y academia para el desarrollo sostenible en Latacunga, Ecuador*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 36-50.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/97>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

# Arbolado Urbano Latacunga



## Índice de arbolado urbano

A través del estudio de índice de gestión de riesgos ajustados a competencias municipales, en octubre de 2019, se detecta escasez de verde urbano en la ciudad. Los instrumentos utilizados variaron desde la investigación documental, talleres de trabajo, desembocando en entrevistas semi-estructuradas

1



## Articulación de actores. Nacimiento de la Red DUS-C

La Red de Desarrollo Urbano Sostenible de Cotopaxi nace como el resultado de la suma de actores interesados en el desarrollo urbano sostenible, en general, y del verde urbano en particular. La frecuencia de las reuniones y talleres de trabajo de los futuros actores fue fundamental.

2



## Diseño metodológico

Se diseña la herramienta TIC para la captación de datos sobre el arbolado urbano de Latacunga. Existe capacitación de uso y pilotaje previo de la aplicación KoBoTool Box para comprobar su funcionalidad.

4



## Datatón ciudadano

Con la ayuda de una consultoría externa se lanza la campaña comunicacional sobre el inventariado de los árboles de la ciudad a través de la herramienta diseñada. Los miembros de la Red DUS-C participan activamente en la difusión.



## Problematización colectiva

Se inicia a delimitar la problemática entre varios actores locales, con el apoyo de consultoría externa. El instrumento base fue el estudio local de espacios verdes en la ciudad de investigadores de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Producción de un Webinar para la visibilización del problema.

5



## Análisis de resultados

Informes de los datos obtenidos, redacción de *policy paper* y *academic paper*. Procesos de redacción y revisión por parte del grupo de Ecología Urbana de la Red DUS-C. Estado actual de la propuesta de arbolado urbano (septiembre 2020).



## Difusión

Socialización masiva, a través de medios convencionales y no convencionales, de la implementación de las iniciativas por parte de los integrantes de la Red DUS-C y GAD Municipal de Latacunga.

9



## Implementación de iniciativas

Ejecución de planes, programas y proyectos a favor del arbolado urbano de la ciudad, por parte de los integrantes de la Red DUS-C y GAD Municipal de Latacunga.



## Planes de acción

Entrega de la documentación, que sirva como línea base para la implementación de planes, programas y proyectos por parte de la academia y el GAD de Latacunga. Incidencia en el Sistema Cantonal Descentralizado de Gestión de Riesgos de Latacunga.

8

Fuente: autoría propia, 2020.

## Fase 2: articulación de actores y nacimiento de la Red DUS-C

Desde el Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi se realizó un gran esfuerzo por reunir a los actores involucrados al desarrollo urbano de Latacunga. Es así que,

Velásquez Cajas, A. y Reinoso Avecillas, R. (2022). *Articulación entre gobiernos locales y academia para el desarrollo sostenible en Latacunga, Ecuador*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 36-50.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/97>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

convocadas todas las Instituciones de Educación Superior de la ciudad, el sector empresarial y el gobierno local, se lograron desarrollar una serie de talleres participativos para diagnosticar la situación en torno a la temática planteada.

A pesar de la escasa asistencia del gobierno local y otros actores del proceso que se fueron desagregando voluntariamente, el 28 de enero de 2020 se firma el acta constitutiva de la Red de Desarrollo Urbano Sostenible de Cotopaxi, una organización de carácter académico, que aborda problemáticas sobre el desarrollo sostenible. Los firmantes fueron: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, Instituto Superior Tecnológico Vicente León, Universidad Técnica de Cotopaxi, Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi, Jácome Arquitectos y otros colectivos e investigadores independientes.

Como ya se mencionó en la introducción, el grupo de investigación de ecología urbana fue el más comprometido con el trabajo de la Red. De esta manera, a través de sus dos líneas de investigación: corredores verdes urbanos y metabolismo urbano y movilidad sostenible, se llegan a priorizar los enfoques de investigación a través de una problematización colectiva.

### **Fase 3: problematización colectiva**

La necesidad de proponer soluciones a los problemas relacionados al arbolado urbano, por parte del grupo de investigación de ecología urbana, hace que se sumen otros actores, como Grupo FARO y una consultoría técnica aportada por este último. A través de continuos talleres de trabajo, se pudo definir la problemática, a partir de un estudio de espacios verdes de docentes investigadores y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi. El primer paso desarrollado dentro de esta coyuntura, fue un *webinar* denominado: "Espacio público de Latacunga: retos presentes y futuros en el contexto del COVID-19".

## **Figura 2**

*Afiche webinar del grupo de Ecología Urbana de la Red DUS-C.*

Velásquez Cajas, A. y Reinoso Avecillas, R. (2022). *Articulación entre gobiernos locales y academia para el desarrollo sostenible en Latacunga, Ecuador*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 36-50.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/97>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

**RED DUS-C**  
Red de Desarrollo Urbano Sostenible Cotopaxi

-Invita-

**ESPACIO PÚBLICO DE LATACUNGA: RETOS PRESENTES Y FUTUROS EN EL CONTEXTO DEL COVID-19**

Webinar

**Martes 28 de Abril**  
15h00 | Ecuador

**PANELISTAS**

- Sheika Aragundi** | Consultora en asuntos ambientales  
*Degradación ambiental de áreas verdes urbanas y periurbanas. Consecuencias en la salud*
- Diana Orellana** | Maestrante FLACSO Ecuador  
*Áreas verdes de Latacunga: problemas y potencialidades para gestión de riesgos*
- Francisco Chancusig** | Co-fundador RED DUS-C  
*Verde urbano de Latacunga: diagnóstico y perspectivas para prevenir el contagio*
- Ana Rivera** | Co-fundadora RED DUS-C  
*Barcelona: verde urbano y pandemia. Caso de estudio*

**MODERADOR**

- Marco Jácome** | Co-fundador de la Red de Desarrollo Urbano Sostenible de Cotopaxi

@GrupoFARO

Organizan:

Con apoyo de:

Fuente: Red de Desarrollo Urbano Sostenible de Cotopaxi, 2020.

A través de este evento digital, la propuesta de arbolado urbano, o por lo menos la delimitación de su línea base, empezaba a idearse y fortalecerse dentro del grupo.

#### Fase 4: diseño metodológico

La propuesta de levantamiento de información sobre los espacios verdes dentro de Latacunga fue muy bien acogida por parte del grupo, aún más, cuando existían ya investigaciones anteriores relacionadas al tema por parte de investigadores de la Red de Desarrollo Urbano Sostenible de Cotopaxi.

Para ello, con la ayuda de Grupo FARO y su consultoría, se diseñó un formulario para el inventariado de árboles de la ciudad de Latacunga, con el soporte tecnológico de la herramienta *KoBo Toolbox*. Orellana et al., (2020) describen el proceso:

Con base en la revisión de la literatura de las funciones de las áreas verdes y arbolado, sumado a un diagnóstico local, se configuró un cuestionario con 34 preguntas estructuradas en 4 categorías: (1) datos demográficos de los voluntarios, (2) percepción del verde urbano de Latacunga, (3) verde urbano en contexto de pandemia y (4) caracterización del arbolado en la ciudad.

Velásquez Cajas, A. y Reinoso Avecillas, R. (2022). *Articulación entre gobiernos locales y academia para el desarrollo sostenible en Latacunga, Ecuador*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 36-50.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/97>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

El diagnóstico inicial del arbolado urbano en la ciudad de Latacunga, por parte de la consultoría, sugirió que se requieren cambios categóricos en la concepción, implementación y mantenimiento del verde en la ciudad, que sería difícil lograr sin la comprensión y colaboración de la ciudadanía. Con base en las problemáticas identificadas en el diagnóstico local, las preguntas del formulario abarcaron los 3 elementos del verde urbano: arbolado público o privado, parques, y riberas de los ríos. Se espera que los resultados del formulario sirvan como insumos para conocer:

- La percepción y preferencias de la población sobre el verde urbano
- El nivel de atracción de la población a los espacios verdes en contexto de pandemia
- El nivel de perturbación ambiental de las áreas verdes actuales.
- Ubicación y características físicas del arbolado público y privado.

Averiguar las causas del rechazo y la apatía generalizadas fue crucial para el éxito del proyecto de mejora del verde urbano de Latacunga. En este contexto, 3 de las 4 categorías planteadas de información a levantar atienden las necesidades de disponer de datos base para 3 ámbitos de diagnóstico, con los cuales se puede diseñar estrategias para la mejora del verde urbano de Latacunga:

a) Las causas de la renuencia y apatía respecto al verde urbano y las expectativas pos pandemia con base a la relación verde urbano-salud pública, pueden detectarse a partir de las respuestas a las preguntas 6 a 17 de las categorías 2 y 3 del formulario diseñadas para distinguir prejuicios, conocimiento y preferencias respecto al verde de la urbe.

b) La funcionalidad del arbolado de parterres y parques puede evaluarse con base en las respuestas a las preguntas 20 a 25 de la categoría 4 del formulario elaboradas para obtener información básica de salud y estado de mantenimiento del arbolado por parte de distintos actores sociales (academia, municipio, ONGs).

c) El grado de deterioro ambiental de los remanentes ribereños y de laderas, puede evaluarse a partir de las respuestas a las preguntas 18 y 19 sobre avistamiento de especies indicadoras de salud ambiental y exposición a síntomas de deterioro ambiental. (p.10)

La prueba piloto contó con la presencia de actores locales y se llevó a cabo el 23 de mayo de 2020 a través de la plataforma Zoom. En la primera parte del pilotaje, el equipo consultor expuso la Metodología de Levantamiento de datos ciudadanos de arbolado urbano y percepción del verde urbano en Latacunga. Se explicó la justificación y objetivos de las cuatro categorías propuestas; se expuso el objetivo de levantamiento de la categoría 4; se detalló la forma de registrar las fotografías requeridas en el formulario y, finalmente, después de explicar el funcionamiento de la plataforma *KoBo Toolbox*, se compartió el link de acceso a la encuesta.

En la segunda parte del pilotaje, los voluntarios llenaron la encuesta, durante el proceso se solventaron todas las dudas que fueron surgiendo por los participantes. Una vez concluido el tiempo, se hicieron comentarios finales y se dio

Velásquez Cajas, A. y Reinoso Avecillas, R. (2022). *Articulación entre gobiernos locales y academia para el desarrollo sostenible en Latacunga, Ecuador*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 36-50.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/97>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

por concluido el pilotaje. Posteriormente, el equipo consultor sistematizó las observaciones recibidas por los voluntarios asistentes. En cuanto a la metodología propuesta, a través de las cuatro categorías, no se recibieron sugerencias de mejora, sino más bien, se centraron en el enunciado de algunas preguntas que los voluntarios sugirieron ajustar.

Finalmente, se acataron las sugerencias por parte de los voluntarios y las de Grupo FARO para incluirlas en el formulario final. Con la presentación de los nuevos cambios, se reiteró que corresponde a las personas que administren el formulario y los datos, informar al público sobre la custodia de la información, quién la utilizará y con qué fin o fines. Además, se resaltó que, a partir de la claridad de este diálogo, se derivará el nivel de compromiso de la participación ciudadana.

### **Fase 5: Datatón ciudadano**

Con las correcciones realizadas, se lanzó la campaña masiva denominada "Datatón ciudadano". Se cita nuevamente al equipo consultor (Orellana et al., 2020) que describe a profundidad el proceso realizado:

La campaña tuvo dos objetivos fundamentales: 1) Incentivar a la ciudadanía a llenar los formularios sobre áreas verdes y arbolado en Latacunga (...) 2) Concienciar sobre la importancia del arbolado y espacios verdes en Latacunga.

En la campaña se implementó una serie de estrategias enfocadas en el mercadeo digital, utilizando una *landing page*, *mailchimp*, visita a medios locales, posteos y pautajes en el perfil de Facebook de Grupo FARO y de las instituciones aliadas de Latacunga. A partir de las publicaciones y los pautajes en el perfil de Grupo FARO, la campaña alcanzó a 116.008 personas de forma orgánica en redes sociales.

Paralelamente, a esta campaña masiva digital, se generó el "Reto Datatón Ciudadano Latacunga" que tuvo como invitados a estudiantes, ciudadanía independiente y colectivos ciudadanos que participaron de forma individual o en equipos de máximo 4 personas, con el objetivo de recolectar el mayor número de encuestas posibles. El reto fue caracterizar, fotografiar y georreferenciar la mayor cantidad de árboles que hay en la ciudad. La recolección de datos debía hacerse *in situ* y los participantes debían asumir todas las medidas de bioseguridad. Esta convocatoria al "Reto Datatón Ciudadano" estuvo abierta desde el 20 de julio y concluyó el 08 de agosto.

### **Figura 3**

*Afiche Datatón ciudadano.*



Fuente: Red de Desarrollo Urbano Sostenible de Cotopaxi, 2020.

El proceso de recolección de datos de arbolado y verde urbano tuvo un evento de cierre el 08 de agosto del 2020. En este evento, el equipo consultor realiza una presentación preliminar de los datos recolectados durante las tres semanas del Datatón, con corte al 07 de agosto del 2020. Se exponen las respuestas de las preguntas seleccionadas previamente por el equipo consultor y se hace un análisis breve de las mismas. Al final de este evento virtual, las dos personas y los dos equipos que mayor cantidad de árboles registraron fueron premiados con kits ecológicos y digitales y también fueron reconocidos públicamente por parte de la Red de Desarrollo Urbano Sostenible de Cotopaxi, Grupo FARO y GIZ, como contribuyentes al desarrollo urbano sostenible de Latacunga. En este reto participaron 70 personas, de los cuales el 51% fueron mujeres y el 49% fueron hombres, siendo la mayoría un público joven en 20 a 30 años.

La participación activa de la academia fue fundamental en todo este proceso. La participación de los docentes y estudiantes en el inventariado de arbolado urbano, permitió aumentar los registros de forma relevante. Por otro lado, en lo que respecta a la intervención del GAD Municipal de Latacunga, a través de los personeros de la dirección de ambiente fue esporádica y poco proactiva. Cabe resaltar que la Red de Desarrollo Urbano Sostenible de Cotopaxi, de naturaleza

Velásquez Cajas, A. y Reinoso Avecillas, R. (2022). *Articulación entre gobiernos locales y academia para el desarrollo sostenible en Latacunga, Ecuador*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 36-50.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/97>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

académica y privada, realizó las invitaciones correspondientes al GAD, obteniendo inconstancia y escasos aportes.

### **Fase 6: análisis de resultados**

Los datos captados a través de cada pregunta del formulario fueron abundantes, examinarlas, una por una, tomaría gran cantidad de páginas. Por ello, se ha decidido sintetizar en los resultados totales expuestos por Orellana et al., (2020):

El Datatón ciudadano culminó el 10 de agosto a las 17h00, con 2471 registros receptados en la plataforma de *Kobo Toolbox*. Una vez descargada la información en formato .xls se observó que solo 1535 registros tenían las coordenadas completas y de estos solo 1225 correspondían a domicilios ubicados en el cantón de Latacunga. Cabe señalar que, del total de 1225 registros, 839 son domicilios repetidos, es decir, que solo levantaron la categoría de "Caracterización del arbolado". Por otro lado, se registraron 2453 árboles, de los cuales 1710 estaban georreferenciados y de ellos 1599 corresponden a ubicaciones dentro del cantón de Latacunga.

El uso del formulario por parte de la ciudadanía inició días antes del lanzamiento del "Reto Datatón Ciudadano Latacunga" y se registraron 534 formularios; sin embargo, se detectaron campos vacíos en las categorías dos y tres, motivo por el cual el 22 de julio se fusionaron "Percepción del verde urbano de Latacunga" y "Verde urbano en contexto de pandemia", con el objetivo de registrar la información completa. Dicho cambio se evidencia en los resultados en donde no siempre se tiene el mismo número de respuestas según cada pregunta. Por ello, en este informe se explican los porcentajes aclarando previamente el número total de respuestas en cada pregunta.

El presente informe consideró los resultados del "Reto Datatón Ciudadano Latacunga", con 1937 registros de los participantes, más los 534 registros de la ciudadanía en general recolectados en días anteriores al 2 de agosto. La información tabulada se tomó de los reportes elaborados de *Kobo Toolbox* de un total de 2471 registros. (p. 22)

En esta fase se entregó un informe detallado por parte del equipo consultor, en donde se reflejan los datos cuantitativos del levantamiento de datos sobre arbolado urbano en la ciudad de Latacunga. A partir de este documento, los miembros del grupo de investigación de ecología urbana publicaron un libro denominado: "Datatón ciudadano: estrategia participativa para la caracterización y percepción del verde urbano en Latacunga" (Red DUS Cotopaxi, Grupo FARO y GIZ, 2020). Dicho documento fue entregado al GAD Municipal de Latacunga, convirtiéndose en un hito inicial para la creación de una ordenanza sobre el arbolado y verde urbano en el cantón.

### **Fase 7: planes de acción**

Se proyectó que los documentos elaborados en la fase anterior se conviertan en planes, programas y proyectos articulados entre la academia, la Red de

Desarrollo Urbano Sostenible de Cotopaxi y el GAD Municipal de Latacunga. De la misma manera, se propuso la implementación del arbolado urbano, a través de corredores verdes, que favorezcan el metabolismo y la movilidad urbana sostenible en la ciudad. Desafortunadamente, hasta el momento de escritura de este artículo no se ha logrado concretar esta fase.

### **Fase 8: implementación de iniciativas**

Luego de haber construido y planificado las iniciativas en el punto anterior, esta fase sería la de ejecución. El trabajo en conjunto de los diversos actores será fundamental para la implementación efectiva de lo deseado. De la misma manera, hasta el momento de escritura de este artículo no se ha logrado concretar esta fase.

### **Fase 9: difusión**

Las mejores iniciativas debían alcanzar una difusión masiva, a gran escala, a través de medios convencionales y no convencionales. De esta manera, la propuesta de arbolado urbano tendría una adecuada visibilidad en la ciudad de Latacunga. Se puede acotar que las acciones puntuales, como los *webinar*, agendas en medios locales y el propio "Datatón ciudadano" tuvieron su impacto mediático al momento de su ejecución, sin embargo, no llegaron a marcar su impacto en la opinión pública, ni generaron la transcendencia deseada.

Finalmente, luego de haber descrito esta experiencia, se puede evidenciar que "a pesar de los numerosos servicios que puede prestar, el verde de la ciudad de Latacunga, ha encontrado y sigue encontrando mucha renuencia e indolencia por parte de sus habitantes y de sus autoridades" (Orellana et al., 2020, p. 4).

## **4. DISCUSIÓN**

El arbolado urbano, como una problemática ambiental global, ha sido el esfuerzo de varias agendas internacionales que, a través de diferentes ONGs, están posicionando esta temática dentro de las agendas locales a nivel mundial. Sin embargo, como argumenta Orellana et al.: "la pandemia COVID-19 pone nuevamente de manifiesto la ruptura del equilibrio ecológico y la irrupción humana sobre los ecosistemas naturales. La importancia de los espacios verdes periurbanos cobra vigencia como áreas de amortiguación entre las actividades humanas y los ecosistemas" (Orellana et al., 2020, p. 3).

En síntesis, la iniciativa del arbolado urbano generada desde la academia, enfrenta el desafío de convertirse en insumo de la política pública del sistema verde de Latacunga. La propuesta, con un alto criterio técnico cuantitativo, debe incorporarse en los planes operativos de los departamentos correspondientes del GAD Municipal de Latacunga y, en el mejor de los casos, llegar a crear y reforzar ordenanzas relacionadas al tema sistematizado.

En este marco, se propone una sinergia de procesos de asistencia técnica entre la academia local, el sector productivo y el gobierno local para fortalecer la participación ciudadana, garantizar el derecho a la ciudad y generar ciudades

saludables. La experiencia expuesta permite visualizar la posibilidad de la implementación de un ecosistema de arbolado urbano en Latacunga, a través del compromiso de todos sus actores.

## 5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

La iniciativa del arbolado urbano parte de una de las problemáticas locales, de unos esfuerzos concretos de investigadores de universidades e institutos tecnológicos y se vincula, de forma concreta, con los desafíos de las nuevas agendas en desarrollo sostenible. En este sentido, se recoge un proceso de articulación de varios actores; sin embargo, no se evidencia una intervención sostenida del gobierno local en acoger, como insumos para política pública, los aportes de la academia. A pesar del interés demostrado del Municipio por articularse con los actores, no se ha concretado ni legalizado compromiso alguno.

Adicionalmente, la desarticulación de los actores públicos y la sociedad civil genera que las iniciativas y los análisis no sean utilizados por el gobierno local. Es necesaria la coordinación entre todos los sectores involucrados en estas dinámicas. En esta ocasión, la Red de Desarrollo Urbano Sostenible de Cotopaxi fue el gran articulador en el territorio.

Entre los desafíos para construir el ecosistema del desarrollo urbano sostenible de Latacunga, se requiere un compromiso tanto del gobierno local, como de las direcciones municipales en consolidar una agenda de desarrollo colectiva. Este desafío requiere una mayor participación de la ciudadanía y de varios actores clave. Además, se propone articular mesas temáticas relativas a los problemas de gestión de riesgos y adaptación al cambio climático, con la participación de la academia y el gobierno municipal. En este sentido, se requiere desarrollar capacidades tanto en la academia como el gobierno para analizar los problemas públicos y ensayar sus soluciones.

## 6. REFERENCIAS

Agenda Hábitat Sostenible del Ecuador 2036. (2020). MIDUVI, GIZ, ONU Hábitat. Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future*.

GIZ - Grupo Faro. (2019). *Reporte de ampliación y validación del mapeo de actores relevantes del Laboratorio Urbano de Latacunga: Metodología de investigación, principales resultados y mapeo de actores*. Grupo Faro.

GIZ - Grupo Faro. (2020, Febrero 03). *Laboratorio Urbano*. Latacunga Resiliente. <https://latacungaresiliente.com/laboratorio-urbano/>

Grupo FARO & Asociación de Profesionales de Gestión de Riesgos del Ecuador. (2020). *Índice de gestión de riesgos ajustado a las competencias exclusivas municipales: caso Latacunga*. Grupo FARO.

Grupo FARO, Asociación de Profesionales de Gestión de Riesgos del Ecuador, Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi. (2020). *Percepción social del riesgo en la ciudad de Latacunga*. Grupo FARO.

Velásquez Cajas, A. y Reinoso Avecillas, R. (2022). *Articulación entre gobiernos locales y academia para el desarrollo sostenible en Latacunga, Ecuador*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 36-50.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/97>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

- Orellana, D., Aragundi, S., & Aguilera, K. (2020). *Metodología para el levantamiento de datos ciudadanos de arbolado urbano y percepción del verde urbano en Latacunga*. Grupo FARO.
- Orellana, D., Arangundi, S., & Aguilera, K. (2020). *Análisis e interpretación de Datos Ciudadanos*. Grupo FARO.
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivos y metas del Desarrollo Sostenible*. Retrieved 2020, from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/#:~:text=El%2025%20de%20septiembre%20de,en%20los%20pr%C3%B3ximos%20a%C3%B1os>
- Red de Desarrollo Urbano Sostenible de Cotopaxi. (2020). *Acta constitutiva*. Red DUS-C.
- Red DUS Cotopaxi, Grupo FARO y GIZ. (2020). "Datatón Ciudadano: estrategia participativa para la caracterización y apropiación del verde urbano de Latacunga". Quito, Ecuador, 63 pp.
- República del Ecuador. (2019). *Primera Contribución Determinada a Nivel Nacional para el Acuerdo de París bajo la Convención marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Gobierno del Ecuador.
- Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación & GIZ. (2020). *Agenda de Investigación Urbana Aplicada*. SENESCYT - GIZ.
- Subsecretaría de Hábitat y Espacio Público. (2018). *Ecuador y la Nueva Agenda Urbana*. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

## LA RELACIÓN ENTRE EL *BIG DATA*, EL PRODUCTO INTERNO BRUTO Y EL EMPLEO EN SUDAMÉRICA

Santiago Silva Endara  
santiago.silva@cenestur.edu.ec  
Instituto Superior Tecnológico CENESTUR

Recibido: 05/05/22  
Aceptado: 15/06/22  
Publicado: 01/07/22

### RESUMEN

Esta investigación es de tipo documental, basada en la técnica cualitativa de revisión documental, aplicando un enfoque cuantitativo empírico a la información obtenida. Uno de los objetivos fue determinar la relación que existe entre el uso de Big Data y seis sectores económicos, determinados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos en Ecuador (INEC), así como su relación con los índices de empleabilidad. El alcance de este estudio abarca a nueve países de Sudamérica. La metodología consta de 3 partes: consultas de los índices de Empleo Registrado Promedio (ERP) en Ecuador en los sectores económicos y en algunas divisiones del sector servicios, consultas de investigaciones académicas de *Big Data* relacionados con los sectores económicos antes mencionados y, por último, consulta del porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) asignado para la investigación y desarrollo por estos países. Como resultado de esta investigación se obtuvieron nuevas bases de datos e índices de investigaciones en *Big Data* en la región. Finalmente, se generaron tablas y gráficos dinámicos con enfoque estadístico de los diferentes Indicadores Clave de Desempeño (KPI) de Ciencia, Tecnología e innovación (CTI) determinados por Consejo Económico y Social (ECOSOC) de la ONU. Con los resultados obtenidos se pudo concluir que en Ecuador existe una relación de causalidad entre los índices de inversión y las actividades científico-investigativo entre el año 2012 y el 2017, lapso donde tuvieron sus mayores valores para luego decrecer. También, se determinó que Ecuador llegó a estar en cuarto lugar con relación al promedio del gasto del PIB en Investigación y Desarrollo y en quinto lugar en producción de artículos académicos relacionados con el *Big Data* en la región.

**PALABRAS CLAVE:** Big Data, ciencia de datos, empleo, investigación, desarrollo, innovación.

## THE RELATIONSHIP BETWEEN BIG DATA, GROSS DOMESTIC PRODUCT AND EMPLOYMENT IN SOUTH AMERICA

### ABSTRACT

This research is of a documentary type, based on the qualitative technique of documentary review, applying an empirical quantitative approach to the information obtained. One of the objectives was to determine the relationship between the use of Big Data and six economic sectors, determined by the National Institute of Statistics and Census in Ecuador (INEC), as well as its relationship with employability indexes. The scope of this study covers nine countries in South America. The methodology consists of 3 parts: consultation of Average Registered Employment Rates (ERP) in Ecuador in economic sectors and in some divisions of the service sector, consultation of Big Data academic research related to the economic sectors mentioned above and, finally, consultation of the percentage of Gross Domestic Product (GDP) allocated for research and development by these countries. As a result of this research, new databases and indexes of Big Data research in the region were obtained. Finally, tables and dynamic graphs were generated with a statistical approach of the different Key Performance Indicators (KPI) of Science, Technology and Innovation (STI) determined by the Economic and Social Council (ECOSOC) of the UN. With the results obtained, it was possible to conclude that in Ecuador there is a causal relationship between investment rates and scientific-research activities between 2012 and 2017, a period where they had their highest values and then decreased. Also, it was determined that Ecuador came in fourth place in relation to average GDP spending on Research and Development and fifth place in production of academic articles related to Big Data in the region.

**KEYWORDS:** Big Data, data science, employment, research, development, innovation.

## 1. INTRODUCCIÓN

Según Luisa Echeverría, consultora e investigadora en educación, las inversiones en actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), son indicadores de desarrollo y competitividad para los países, pues se evidencia que, a mayor inversión en este sector, mayor incremento de riqueza en las naciones, así como de su PIB per cápita (Echeverría, Pinto, & Mosquera, 2021).

La Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) y el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) de Ecuador en el año 2014, desarrollaron un estudio en el que indicaron los principales objetivos que tienen las empresas innovadoras. Estos son:

- A - el mejoramiento de la calidad de los bienes o de los servicios,
- B - el aumento de la producción de bienes o servicios,
- C - el incremento de la participación en los mercados,
- D - el aumento de la variedad de bienes o servicios y
- E - el mejoramiento de la salud y la seguridad ocupacional de los empleados de estas empresas.

Con relación a este tema, Hasan Tuluy, exvicepresidente del Banco Mundial para América Latina y el Caribe, indicó que "aquellos individuos que transforman ideas en empresas comerciales rentables son empresarios exitosos" (Líderes, 2014); también dijo que "es un proceso que requiere la capacidad de innovar, introducir productos nuevos y explorar nuevos mercados" (Líderes, 2014).

De acuerdo con José Vázquez y Viviana Ortiz, investigadores mexicanos, en la actualidad, es más habitual que muchas universidades del mundo se unan al objetivo internacional de mejorar la educación y los servicios de calidad para la mayoría de los jóvenes universitarios. Ya no basta con repetir modelos obsoletos para las necesidades de la nueva industria 4.0, es necesario innovar. La innovación educativa es parte de la responsabilidad social que tienen las universidades con su entorno comunitario, además de ser responsables desde el punto de vista asistencialista se debe brindar educación de calidad a las futuras generaciones (Vásquez & Ortiz, 2018).

La analítica de grandes datos (*Big Data*) puede mejorar la toma de decisiones en áreas críticas del desarrollo, como salud, empleo, productividad, seguridad y gestión de desastres naturales, por nombrar algunas. Para ello, se deben generar nuevas alianzas entre todos los actores involucrados e impulsar verdaderas revoluciones educacionales y culturales. Esto lo concluyeron especialistas en un seminario inaugurado en el 2017, en la sede de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en Santiago de Chile (CEPAL, 2017).

Con base a lo expuesto anteriormente, este trabajo tiene la finalidad de determinar que las Instituciones de Educación Superior (IES) tienen la responsabilidad de innovar y crear nuevas carreras tecnológicas en el área del *Big Data* de forma urgente, para que estas generen cambios significativos en los

indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI). Esto podría mejorar el Producto Interno Bruto (PIB) en la región.

## 2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS / MATERIALES Y MÉTODOS

Esta revisión documental se agrupó en tres temas:

I. Consultas del Empleo Registrado Promedio ERP en Ecuador en seis sectores económicos de acuerdo con el INEC y en seis divisiones del sector servicios.

II. Consultas académicas de investigaciones de *Big Data* en seis sectores económicos en nueve países de Sudamérica, incluido Ecuador, desde el 2011 al 2019 (se excluye a Brasil por motivos estadísticos).

III. Consultas del porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) utilizado en I+D+i en los nueve países de América del Sur desde el 2011 al 2019 (se excluye a Brasil por motivos estadísticos).

Los 9 países de estudio son: Argentina, Colombia, Chile, Bolivia, Chile, Ecuador, Paraguay, Uruguay y Venezuela. Se excluye a Brasil por motivos estadísticos, ya que sus índices son atípicos con relación a los demás países. Se ha tomado como referencia a instituciones internacionales orientadas al análisis del Producto Interno Bruto, Educación Superior y Big Data, tales como:

- CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- INEC, Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos.
- BID, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Banco Mundial.
- IESALC.
- ORACLE.

También se usó el motor de búsqueda Google Académico para la obtención de la cantidad de investigaciones académicas relacionadas a *Big Data* en los sectores agrupados del INEC en los diferentes países de Sudamérica.

**Tabla 1**

*Lista de Sectores del INEC.*

Sectores INEC
A: Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca
B: Explotación minas y canteras
C: Industrias manufactureras
D: Suministro electricidad, gas, vapor y aire acondicionado
E: Distribución agua; alcantarillado, desechos y saneamiento
F: Construcción
G: Comercio, reparación automotores y motocicletas
H: Transporte y almacenamiento
I: Actividades de alojamiento y de servicio de comidas
J: Información y comunicación
K: Actividades financieras y de seguros
L: Actividades inmobiliarias
M: Actividades profesionales, científicas y técnicas
N: Actividades de servicios administrativos y de apoyo
O: Administración pública y defensa, seguridad social
P: Enseñanza
Q: Actividades de atención a la salud humana y asistencia social
R: Artes, entretenimiento y recreación
S: Otras actividades de servicios

Fuente: INEC, 2020.

**Tabla 2**

*Sectores agrupados por el INEC.*

Código	Sector
Agr	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca
Com	Comercio
Con	Construcción
Min	Explotación de Minas y Canteras
Man	Industrias Manufactureras
Ser	Servicios

Fuente: INEC, 2020.

**Tabla 3**

Silva Endara, S. (2022). *La relación entre el Big Data, el Producto Interno Bruto y el empleo en Sudamérica*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 51-64.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/92>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

Sector Servicios del INEC.

Cod-Sector	Sector Servicios
D	Suministro electricidad, gas, vapor y aire acondicionado
E	Distribución agua; alcantarillado, desechos y saneamiento
H	Transporte y almacenamiento
I	Actividades de alojamiento y de servicio de comidas
J	Información y comunicación
K	Actividades financieras y de seguros
L	Actividades inmobiliarias
M	Actividades profesionales, científicas y técnicas
N	Actividades de servicios administrativos y de apoyo
O	Administración pública y defensa, seguridad social
P	Enseñanza
Q	Actividades de atención a la salud humana y asistencia social
R	Artes, entretenimiento y recreación
S	Otras actividades de servicios

Fuente: INEC, 2020.

La base de este análisis es comparar:

- 1) el comportamiento de las gráficas del porcentaje del PIB equivalente al gasto público en Ciencia y Tecnología desde el 2011 al 2019,
- 2) la cantidad de artículos científicos de *Big Data* en cada uno de los sectores antes mencionados en el mismo rango de tiempo y
- 3) el promedio de empleos de esos sectores económicos.

También se analizaron las gráficas del porcentaje de artículos académicos sobre *Big Data* por país y por área en los otros países de América del Sur. Para este estudio, se va a tomar en cuenta la Ficha Metodológica sobre el Gasto en I+D respecto al PIB del INEC (INEC, 2014).

### 3. RESULTADOS

Los artículos para revisar están agrupados en 3 temas:

#### **Consultas de Empleo Registrado Promedio (ERP) em Ecuador**

- del 2012 al 2020, en los 6 sectores económicos de acuerdo con el INEC.

#### **Tabla 4**

Silva Endara, S. (2022). *La relación entre el Big Data, el Producto Interno Bruto y el empleo en Sudamérica*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 51-64.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/92>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

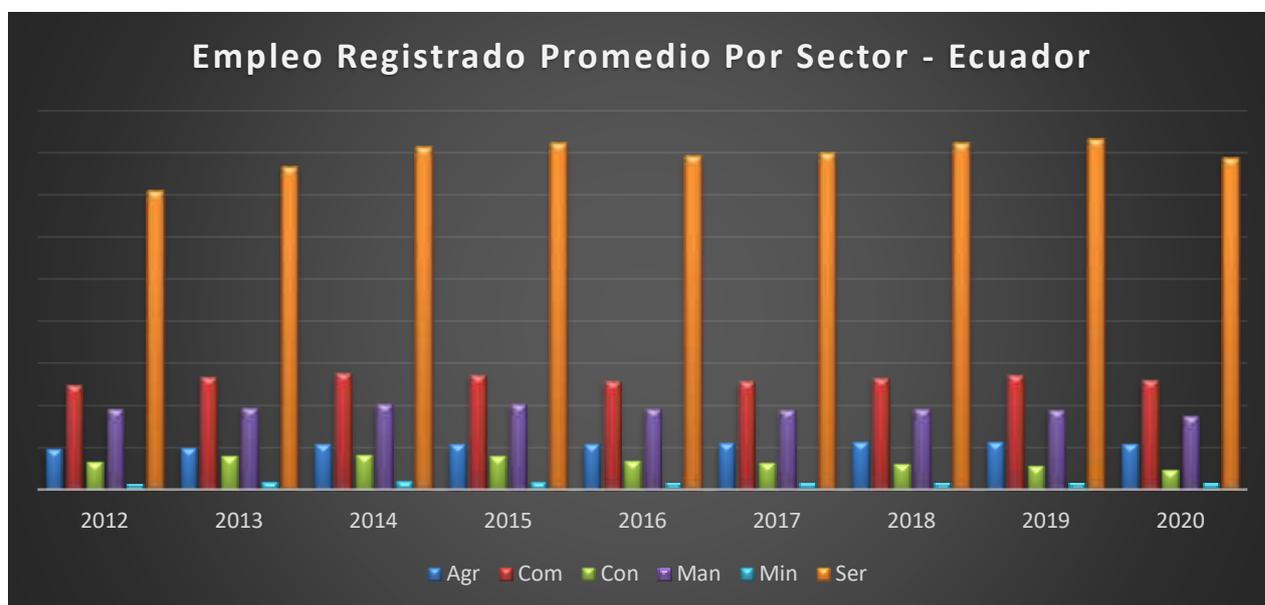
Datos INEC- Empleo Registrado Promedio por sector.

Empleo Sector							
Año	Agr	Com	Con	Man	Min	Ser	Total
2012	194,182.00	495,566.00	132,564.00	382,169.00	29,535.00	1,416,678.00	2,650,694.00
2013	201,107.00	534,329.00	158,979.00	390,550.00	38,890.00	1,534,397.00	2,858,252.00
2014	214,642.00	555,096.00	165,676.00	405,706.00	41,316.00	1,624,334.00	3,006,770.00
2015	214,472.00	547,513.00	159,077.00	406,593.00	38,427.00	1,646,738.00	3,012,820.00
2016	217,940.00	512,981.00	135,915.00	384,278.00	35,594.00	1,583,431.00	2,870,139.00
2017	223,523.00	513,409.00	130,295.00	379,466.00	33,606.00	1,595,223.00	2,875,522.00
2018	227,417.00	532,042.00	122,089.00	382,367.00	35,883.00	1,645,544.00	2,945,342.00
2019	228,029.00	543,962.00	114,213.00	378,188.00	37,147.00	1,663,778.00	2,965,317.00
2020	218,910.00	517,821.00	94,764.00	351,209.00	33,290.00	1,573,590.00	2,789,584.00

Fuente: INEC, 2020.

### Figura 1

Empleo Registrado Promedio (ERP) por sector, Ecuador.



Fuente: INEC, 2020.

### Figura 2

Empleo Registrado Promedio (ERP) por año, Ecuador.

Silva Endara, S. (2022). *La relación entre el Big Data, el Producto Interno Bruto y el empleo en Sudamérica*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 51-64.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/92>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573



Fuente: INEC, 2020.

### Consultas Académicas de Investigaciones de Big Data

De los seis sectores económicos en los nueve países de Sudamérica.

**Tabla 5**

Publicaciones de Big Data en sectores por país.

Publicacione Sector						
País	Agr	Com	Con	Man	Ser	Total Public
Colombia	4,190.0	9,880.0	13,330.0	2,760.0	16,200.0	46,360.0
Argentina	3,220.0	7,580.0	10,600.0	1,890.0	12,700.0	35,990.0
Chile	3,110.0	7,410.0	9,810.0	1,970.0	11,900.0	34,200.0
Perú	3,010.0	6,770.0	8,100.0	1,800.0	10,300.0	29,980.0
<b>Ecuador</b>	<b>2,670.0</b>	<b>5,950.0</b>	<b>7,670.0</b>	<b>1,620.0</b>	<b>9,630.0</b>	<b>27,540.0</b>
Venezuela	1,440.0	3,320.0	4,170.0	887.0	4,970.0	14,787.0
Uruguay	1,440.0	3,010.0	3,650.0	803.0	4,550.0	13,453.0
Bolivia	1,200.0	2,230.0	2,690.0	588.0	3,160.0	9,868.0

Fuente: autoría propia, 2022.

**Tabla 6**

Porcentaje publicaciones por sector y país en relación con el total de publicaciones.

País	% - Agr	% - Com	% - Con	% - Man	% - Ser	% - Total Publicaciones
Colombia	1.92%	4.52%	6.10%	1.26%	7.41%	21.20%
Argentina	1.47%	3.47%	4.85%	0.86%	5.81%	16.46%
Chile	1.42%	3.39%	4.49%	0.90%	5.44%	15.64%
Perú	1.38%	3.10%	3.70%	0.82%	4.71%	13.71%
<b>Ecuador</b>	<b>1.22%</b>	<b>2.72%</b>	<b>3.51%</b>	<b>0.74%</b>	<b>4.40%</b>	<b>12.59%</b>
Venezuela	0.66%	1.52%	1.91%	0.41%	2.27%	6.76%

Silva Endara, S. (2022). *La relación entre el Big Data, el Producto Interno Bruto y el empleo en Sudamérica*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 51-64.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/92>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

Uruguay	0.66%	1.38%	1.67%	0.37%	2.08%	6.15%
Bolivia	0.55%	1.02%	1.23%	0.27%	1.44%	4.51%
Paraguay	0.38%	0.64%	0.78%	0.19%	0.99%	2.98%
<b>Total Public</b>	<b>9.65%</b>	<b>21.75%</b>	<b>28.22%</b>	<b>5.82%</b>	<b>34.56%</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: autoría propia, 2022.

### Tabla 7

Porcentaje de publicaciones por país en relación con el total por sector.

País	% - Agr	% - Com	% - Con	% - Man	% - Ser	% - Total Publicaciones
Colombia	19.85%	20.77%	21.60%	21.68%	21.44%	21.20%
Argentina	15.26%	15.94%	17.17%	14.84%	16.81%	16.46%
Chile	14.74%	15.58%	15.89%	15.47%	15.75%	15.64%
Perú	14.26%	14.23%	13.12%	14.14%	13.63%	13.71%
<b>Ecuador</b>	<b>12.65%</b>	<b>12.51%</b>	<b>12.43%</b>	<b>12.72%</b>	<b>12.74%</b>	<b>12.59%</b>
Venezuela	6.82%	6.98%	6.76%	6.97%	6.58%	6.76%
Uruguay	6.82%	6.33%	5.91%	6.31%	6.02%	6.15%
Bolivia	5.69%	4.69%	4.36%	4.62%	4.18%	4.51%
Paraguay	3.91%	2.96%	2.75%	3.26%	2.86%	2.98%
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: autoría propia, 2022.

### Tabla 8

Porcentaje de publicaciones por país en relación con el total por país.

País	% - Agr	% - Com	% - Con	% - Man	% - Ser	% - Total Public
Colombia	9.04%	21.31%	28.75%	5.95%	34.94%	100.00%
Argentina	8.95%	21.06%	29.45%	5.25%	35.29%	100.00%
Chile	9.09%	21.67%	28.68%	5.76%	34.80%	100.00%
Perú	10.04%	22.58%	27.02%	6.00%	34.36%	100.00%
<b>Ecuador</b>	<b>9.69%</b>	<b>21.60%</b>	<b>27.85%</b>	<b>5.88%</b>	<b>34.97%</b>	<b>100.00%</b>
Venezuela	9.74%	22.45%	28.20%	6.00%	33.61%	100.00%
Uruguay	10.70%	22.37%	27.13%	5.97%	33.82%	100.00%
Bolivia	12.16%	22.60%	27.26%	5.96%	32.02%	100.00%
Paraguay	12.69%	21.66%	26.11%	6.37%	33.17%	100.00%

Fuente: autoría propia, 2022.

Datos del Ecuador desde el 2011 al 2019.

Silva Endara, S. (2022). *La relación entre el Big Data, el Producto Interno Bruto y el empleo en Sudamérica*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 51-64.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/92>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

**Tabla 9**

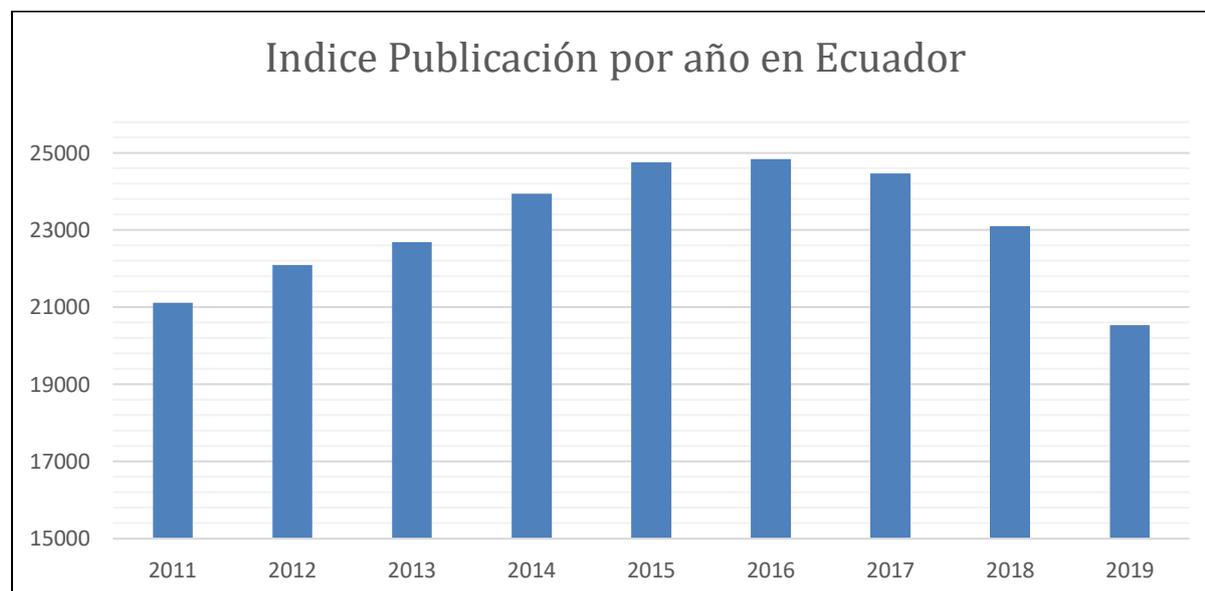
Índice de Investigaciones por año por sector, Ecuador.

Índice de Investigaciones en Big Data x Sectores desde el 2011 al 2019						
Indice x	Sector					
Año	Agr	Com	Con	Man	Min	Serv
2011	2,080.00	4,600.00	5,910.00	1,290.00	112.00	7,120.00
2012	2,160.00	4,830.00	6,170.00	1,330.00	115.00	7,490.00
2013	2,240.00	4,900.00	6,350.00	1,370.00	114.00	7,720.00
2014	2,330.00	5,210.00	6,660.00	1,430.00	114.00	8,200.00
2015	2,420.00	5,370.00	6,860.00	1,500.00	122.00	8,490.00
2016	2,400.00	5,400.00	6,890.00	1,480.00	123.00	8,550.00
2017	2,380.00	5,320.00	6,740.00	1,490.00	120.00	8,420.00
2018	2,260.00	5,050.00	6,350.00	1,390.00	119.00	7,940.00
2019	2,000.00	4,510.00	5,630.00	1,230.00	99.00	7,070.00

Fuente: autoría propia, 2022.

**Figura 3**

Índice de publicaciones por año en Ecuador.



Fuente: autoría propia, 2022.

**Tabla 10**

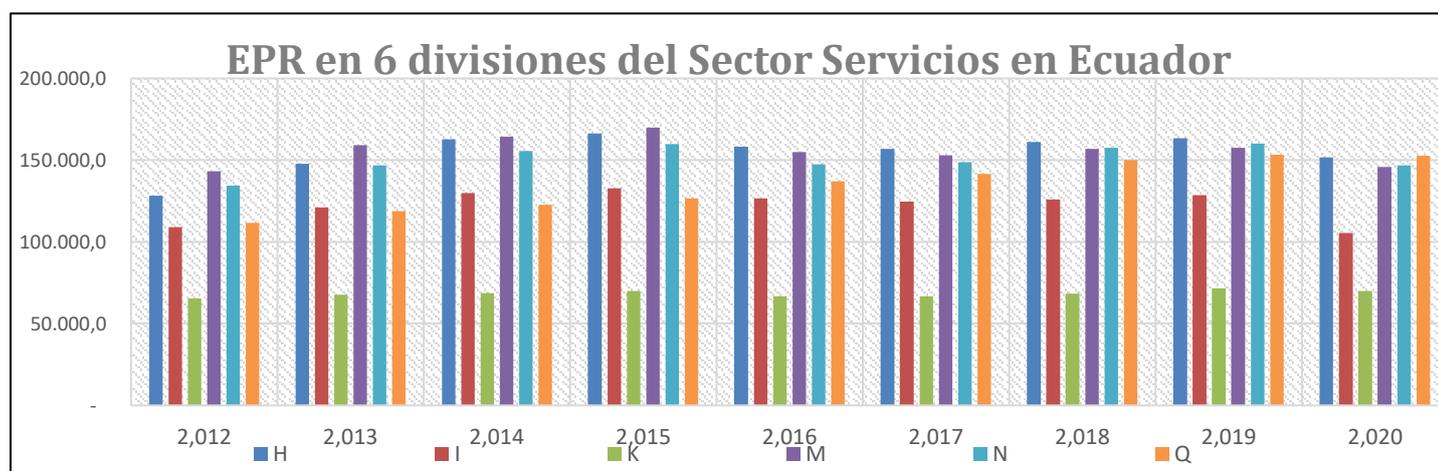
ERP - Sector servicios en Ecuador, INEC.

Empleo Registrado Promedio en el sector Servicios en Ecuador											
ERP	Servicios										
Año	H	I	K	M	N	O	P	Q	Total	Cod-Sector	Sector Servicios
2.012	128.168,0	109.106,0	65.476,0	143.339,0	134.582,0	220.251,0	309.365,0	111.517,0	1.221.804,0	H	Transporte / almacenamiento
2.013	147.824,0	121.028,0	67.809,0	159.146,0	146.646,0	252.344,0	306.865,0	118.689,0	1.320.351,0	I	Actividades de alojamiento y de servicio de comidas
2.014	162.777,0	129.828,0	68.787,0	164.410,0	155.600,0	288.450,0	312.893,0	122.669,0	1.405.414,0	K	Actividades financieras y de seguros
2.015	166.177,0	132.678,0	69.926,0	169.984,0	159.756,0	295.804,0	301.657,0	126.626,0	1.422.608,0	M	Actividades profesionales, científicas y técnicas
2.016	158.032,0	126.542,0	66.719,0	155.042,0	147.295,0	277.275,0	299.364,0	136.952,0	1.367.221,0	N	Actividades de servicios administrativos y de apoyo
2.017	157.028,0	124.619,0	66.605,0	152.896,0	148.821,0	284.027,0	303.267,0	141.627,0	1.378.890,0	O	Administración pública y defensa, seguridad social
2.018	161.178,0	126.042,0	68.487,0	156.880,0	157.464,0	293.547,0	309.378,0	150.182,0	1.423.158,0	P	Enseñanza
2.019	163.269,0	128.721,0	71.701,0	157.569,0	160.244,0	291.207,0	311.744,0	153.329,0	1.437.784,0	Q	Actividades de atención a la salud humana y asistencia social
2.020	151.539,0	105.346,0	69.885,0	145.969,0	146.837,0	290.932,0	294.539,0	152.784,0	1.357.831,0		
<b>Total</b>	<b>1.395.992,0</b>	<b>1.103.910,0</b>	<b>615.395,0</b>	<b>1.405.235,0</b>	<b>1.357.245,0</b>	<b>2.493.837,0</b>	<b>2.749.072,0</b>	<b>1.214.375,0</b>	<b>12.335.061,0</b>		

Fuente: INEC, 2020.

**Figura 4**

Sector servicios en Ecuador.



Fuente: INEC, 2020.

**Consultas de porcentaje de PIB utilizado en I+D en 9 países de América del Sur**

**Tabla 11**

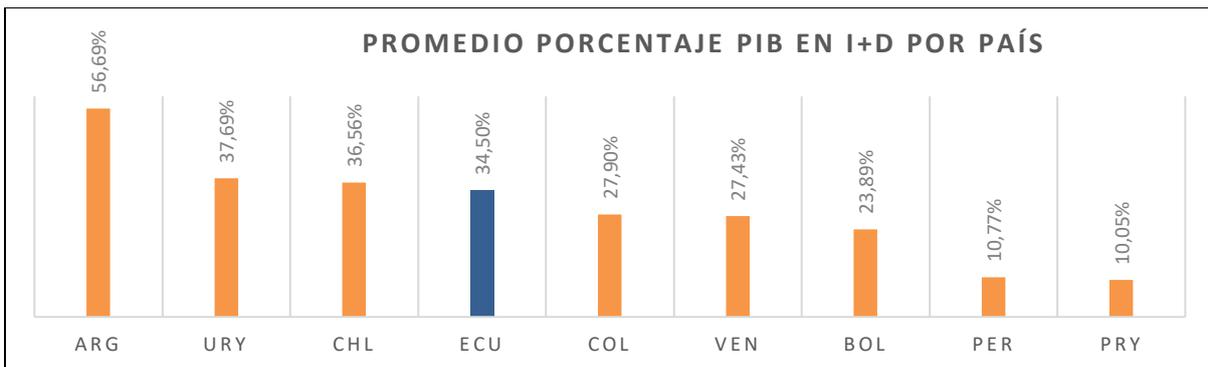
Porcentaje del PIB en I+D en los Países de Sudamérica.

Indicadores del desarrollo - Banco Mundial										
30/06/2022										
Cod-País	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Prom
ARG	56.60%	63.49%	61.85%	59.40%	62.26%	55.81%	55.63%	49.43%	45.71%	56.69%
URY	34.87%	32.76%	32.11%	33.58%	36.45%	37.60%	44.85%	38.67%	48.30%	37.69%
CHL	35.14%	36.22%	38.87%	37.50%	38.07%	36.93%	35.59%	36.65%	34.10%	36.56%
ECU	33.99%	33.24%	37.99%	44.27%	40.00%	41.00%	35.00%	25.00%	20.00%	34.50%
COL	19.84%	22.12%	25.76%	30.32%	36.54%	27.05%	26.11%	31.23%	32.17%	27.90%
VEN	15.30%	25.01%	31.85%	33.71%	30.00%	30.00%	28.00%	28.00%	25.00%	27.43%
BOL	15.00%	15.00%	20.00%	25.00%	25.00%	28.00%	28.00%	29.00%	30.00%	23.89%
PER	8.28%	5.53%	8.17%	10.81%	11.70%	12.01%	12.08%	12.68%	15.69%	10.77%
PRY	4.22%	6.52%	7.16%	7.90%	9.67%	11.68%	14.89%	14.68%	13.76%	10.05%

Fuente: Banco Mundial, 2020.

**Figura 5**

Promedio de porcentaje del PIB en I+D desde el 2011 al 2019 en Sudamérica.

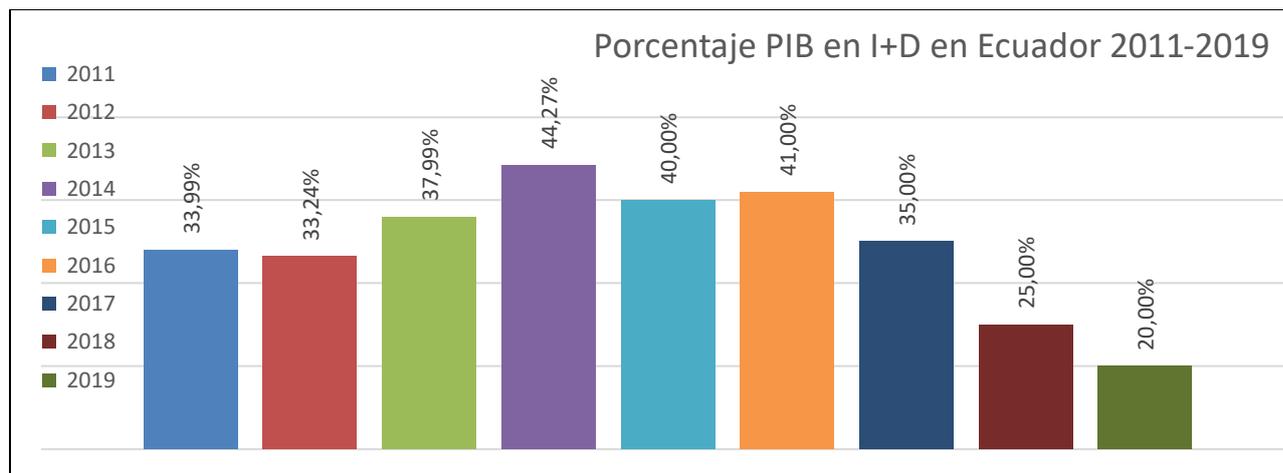


Fuente: Banco Mundial, 2020.

Finalmente, se presentan las gráficas de los datos obtenidos del Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (Banco-Mundial, 2021).

**Figura 6**

Porcentaje PIB en I+D, Ecuador.



Fuente: Banco Mundial, 2021.

#### 4. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

Con todo lo expuesto anteriormente, se puede concluir que:

Existe una relación de causalidad entre los años 2011 y 2019 en Ecuador, al comparar el gasto público en Ciencia y Tecnología con respecto al Producto Interno Bruto (PIB) (Figura 6), con el Índice de Publicaciones por año (Figura 3) y con el Empleo Registrado Promedio por año en los 6 sectores (Figura 2). Esta correlación se da con la producción de artículos académicos, la inversión en actividades científicas y tecnológicas por parte del Estado y el crecimiento económico del país.

El Ecuador se encuentra en la cuarta posición (Figura 5) con relación al promedio de porcentaje del PIB en I+D (Investigación y Desarrollo) en Sudamérica. Esto significa que debe mejorar el índice en la región que se puede lograr cuando las Instituciones de Educación Superior (IES), produzcan cambios significativos en innovación en las carreras actuales y nuevas.

El *Big Data* puede ayudar a innovar mediante la implementación de nuevas formas de usar la información, utilizando perspectivas y tendencias que ofrecen los datos. Por lo tanto, es imperativo que las Instituciones de Educación Superior (IES) desarrollen planes de innovación en sus carreras actuales y futuras.

Los sectores de agricultura y manufactura en Ecuador por ende son las áreas de fabricación que podrían mejorar su productividad con Profesionales en *Big Data* e Inteligencia de Negocios. El sector de Servicios, de acuerdo con el INEC, es el que más tiene productividad con relación al *Big Data*, tanto en Ecuador (Figura 1) así como en la región.

El Ecuador se encuentra en un quinto puesto en producción de artículos académicos relacionados con el *Big Data* y los seis sectores productivos en la región.

Silva Endara, S. (2022). *La relación entre el Big Data, el Producto Interno Bruto y el empleo en Sudamérica*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 51-64.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/92>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

## 5. REFERENCIAS

- Banco-Mundial. (2021). *Banco Mundial*. Fuente: Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB).  
<https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?contextual=default&locations=EC-CO-AR-VE-UY-BR-PY-BO-CL-PE>
- CEPAL. (6 de marzo de 2017). *CEPAL impulsa la analítica de grandes datos para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe*. Fuente: CEPAL.  
<https://www.cepal.org/es/comunicados/cepal-impulsa-la-analitica-grandes-datos-desarrollo-sostenible-america-latina-caribe>
- Echeverría, L., Pinto, J., & Mosquera, M. (2021). Inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación: el caso de Colombia y Ecuador. *CEA*, 1. doi:<https://doi.org/10.22430/24223182.1672>
- INEC. (2014). *Encuesta Nacional de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación, ACTI*. INEC. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-nacional-de-actividades-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-acti/>
- Líderes. (2014). *Líderes*. Fuente: El 1,17% del PIB va a innovación:  
<https://www.revistalideres.ec/lideres/17-pib-innovacion.html>
- Vásquez, J., & Ortíz, V. (2018). Innovación educativa como elemento de la doble responsabilidad social de las universidades. *IE Revista de investigación educativa de la REDIECH*, 1.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-85502018000200133](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-85502018000200133)

## SENSORES Y ACTUADORES EN EL SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE CON EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ

Edwin Fernando Díaz Poma  
efdiazp@istx.edu.ec  
Instituto Superior Universitario Cotopaxi

Recibido: 10/05/22

Aceptado: 19/06/22

Publicado: 01/07/22

### RESUMEN

La contaminación que generan los vehículos a nivel mundial está poniendo en riesgo el planeta. Por ello, se han generado diferentes alternativas para que las emisiones de gases producidas por los vehículos disminuyan a un porcentaje mucho menor, como combustibles alternativos y otros componentes electrónicos que controlan el vehículo. La investigación analizó y verificó el trabajo de cada uno de los sensores y actuadores del sistema de admisión y del sistema de escape de un vehículo Hyundai Tucson JM 2000 cc, año 2009, cuando se encontraban en correcto funcionamiento y cuando presentaban anomalías. Para el análisis, se utilizó un osciloscopio automotriz G-SCOPE 4, con el objetivo de obtener oscilogramas de cada sensor y actuador, tanto del sistema de alimentación como de escape. También se usaron otros equipos de diagnóstico como scanner Maxis 906BT, multímetro Truper, analizador de gases Texas GASBOX y manuales automotrices como el GDS. Los sensores y actuadores analizados en el sistema de admisión son MAP, IAT ECT, ECT, válvula IAC, inyector y los sensores analizados en el sistema de escape es el HO2S. Como resultado, se obtiene que un sensor dañado puede incrementar hasta un 0.22% de CO y 57 ppm de HC como es el caso del TPS.

**PALABRAS CLAVE:** sistema de admisión, sistema escape, scanner, osciloscopio, analizador de gases.

## **SENSORS AND ACTUATORS IN THE INTAKE AND EXHAUST SYSTEM WITH AUTOMOTIVE DIAGNOSTIC EQUIPMENT**

### **ABSTRACT**

The pollution generated by vehicles worldwide is putting the planet at risk. Therefore, different alternatives have been generated to reduce the gas emissions produced by vehicles to a much lower percentage, such as alternative fuels and other electronic components that control the vehicle. The research analyzed and verified the work of each of the sensors and actuators of the intake system and the exhaust system of a Hyundai Tucson JM 2.000 cc, year 2009, when they were in correct operation and when they presented anomalies. For the analysis, a G-SCOPE 4 automotive oscilloscope was used to obtain oscillograms of each sensor and actuator, both of the intake and exhaust system. Other diagnostic equipment such as Maxis 906BT scanner, Truper multimeter, Texas GASBOX gas analyzer and automotive manuals such as GDS were also used. The sensors and actuators analyzed in the intake system are MAP, IAT ECT, ECT, IAC valve, injector and the sensors analyzed in the exhaust system is the HO2S. As a result, it is obtained that a damaged sensor can increase up to 0.22% of CO and 57 ppm of HC as is the case of the TPS.

**KEYWORDS:** intake system, exhaust system, scanner, oscilloscope, gas analyzer.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se han dado pasos agigantados en el área automotriz, donde la parte eléctrica ha cesado y la parte electrónica se ha desarrollado, principalmente en los sensores y actuadores del sistema de admisión y escape. Para reducir los niveles de contaminación ambiental, es necesario que todos sus elementos estén en correcto funcionamiento ya que inciden directamente en el consumo de combustible y en la emanación de gases contaminantes.

Es conocido que los vehículos modernos, en su totalidad, se encuentran equipados con muchos sistemas electrónicos de control, operación y de regulación. Al mismo tiempo, necesitan de equipos de diagnóstico que permitan realizar la interpretación de los parámetros de funcionamiento. Estos equipos son el multímetro, scanner y osciloscopio y el analizador de gases automotriz.

Debido a que los vehículos se innovan diariamente en sus características y sistemas, es importante actualizarse en las tendencias tecnológicas, específicamente en el sector de la industria automotriz. Esta innovación se la realiza utilizando equipos de diagnóstico que permitan leer, procesar e interpretar los diferentes parámetros del vehículo.

Los principales objetivos del presente estudio son:

- Interpretar los códigos de avería generados en los sistemas de admisión y escape.
- Analizar las ondas de los sensores y actuadores de los sistemas de admisión y escape.
- Analizar los parámetros de los gases contaminantes en el sistema de escape.

Por tal razón, el presente estudio analiza y compara el sistema de admisión y escape, porque son los que mayor dificultad presentan en el diagnóstico electrónico del vehículo. Los sensores y actuadores analizados son: MAP (Presión Absoluta del Múltiple), TPS (Sensor de posición del acelerador), ECT: El sensor ECT (Sensor de temperatura refrigerante), IAC (Idle Air Control), inyector, HO2S (Sensor de oxígeno).

## 2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS / MATERIALES Y MÉTODOS

Debido a la inquebrantable evolución automotriz, día a día se innova equipos para realizar diagnósticos claros y concisos. En los vehículos se utiliza dispositivos modernos de última generación. Estos elementos son electrónicos que, al conectarlos con la computadora del automóvil, demuestran el estado en el que trabaja. Para entender y estudiar los sistemas de los que están compuestos, es necesario utilizar equipos electrónicos como: manuales digitales, multímetro automotriz, scanner automotriz, osciloscopio automotriz y analizador de gases.

Las pruebas se desarrollaron en el vehículo Hyundai Tucson JM (estándar), año 2009, cilindrada: 2000 cc, transmisión manual.

Los manuales digitales son documentos en software que permiten guiar al técnico en temas especiales como las características mecánicas y eléctricas. En este proyecto se utiliza el software GDS de Hyundai que permite identificar la posición de los elementos, los pines de los sensores, voltajes, resistencia, diagramas eléctricos, entre otros.

El multímetro se utiliza para determinar las características especiales como el voltaje, la resistencia y la continuidad de los elementos.

El osciloscopio automotriz permite identificar las señales mediante ondas que emite cada dispositivo. En el proyecto se utiliza el osciloscopio Micsing ATO1000, donde es utilizado para comparar las ondas de los sensores y actuadores de admisión con los de escape. Las unidades de medida son los milisegundos, voltaje, frecuencia, periodo, entre otros. (Set up Electrónica, 2020). En el eje X se indica el tiempo el cual el inyector se mantiene activo (inyección) 2.2 ms y en el eje Y se indica el voltaje de inyección (pico inductivo) que es de 52.4 V, además de la alimentación de 14 V.

El scanner automotriz es un equipo de diagnóstico que permite, leer y borrar códigos de avería, observar los datos en vivo, entre otros (Autel, 2020). Los códigos de avería tienen 5 dígitos; para el caso del sensor de HO2S genera un código P0030, que indica que la temperatura de funcionamiento del sensor no es normal, porque está trabajando fuera del rango que es de 350 a 850 °C (662 a 1562 °F).

El analizador de gases es un equipo de diagnóstico que permite analizar el % de volumen de los gases contaminantes como el CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), CO (monóxido de carbono), O<sub>2</sub> (oxígeno) y ppm (partes por millón de partes) de los HC (hidrocarburos no quemados). (Texa, 2020). El equipo utilizado es el analizador de gases Texas Gasbox, para analizar los gases el vehículo debe cumplir las siguientes características: motor en KOER a 750 rpm (revoluciones por minuto) y 2500 rpm y temperatura entre 85 a 90° C.

### 3. RESULTADOS

Para determinar los resultados y analizarlos, es necesario tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Emplear los equipos de diagnóstico, correctamente
- Realizar un ABC del motor antes de realizar las pruebas
- Identificar las características de los sensores y actuadores
- Identificar las prestaciones del vehículo.

**Pines de conexión**

En el software GDS Hyundai se determinan los pines de cada uno de los sensores, los mismo que van conectados a la ECM, esto permite identificar la función de cada cable para poder determinar las características de funcionamiento de cada sensor y actuador (Software GDS Hyundai, 2009).

**Figura 1 y Tabla 1**

*Pines de la ECM (C 130)*



Elemento	Pin sensor	Conector ECM (pin)	Función
MAP + IAT	1	C130-1 (60)	Señal MAP
	2	C130-1 (44)	Señal referencia 5v
	3	C130-1 (56)	Señal de IAT
	4	C130-1 (48)	Masa
ECT	1	C 130-1 (31)	Señal ECT
	2	Tablero (testigo luminoso)	
	3	C 130-1 (73)	Masa
TPS	1	C 130-1 (45)	Señal TPS
	2	C 130-1 (32)	Masa
	3	C 130-1 (38)	Señal referencia 5v
IAC	1	C 130-1 (80)	Control de abierto
	2	Relé principal	Alimentación de batería
	3	C 130-1 (78)	Control de cerrado
Inyector # 1	1	Relé principal	Alimentación de batería
	2	C 130-1 (24)	Señal de control
HO2S	1	C 130-1 (43)	Señal HO2S (B1/S1)
	2	C 130-1 (59)	Masa
	3	C 130-1 (8)	Cable calefactor
	4	Relé principal	Alimentación de batería

Fuente: autoría propia, 2022.

**Características eléctricas**

Las principales características eléctricas de cada uno de los sensores y actuadores son el voltaje, resistencia y frecuencia, lo que se determina en el comportamiento en el cable de señal. Esta prueba se realiza con el vehículo en KOER desde 750 rpm a 3500 rpm, temperatura de 20 °C a 85°C, y presión atmosférica hasta 237 hpasc. A continuación, en la Tabla 2 se presenta los datos obtenidos en cada elemento, determinados con el multímetro y el scanner automotriz.

**Tabla 2**

*Datos con multímetro y scanner automotriz del sensor MAP.*

MAP		
Presión (kPa)	Rpm	Voltaje de salida (v)
23.7	750	0.9
46.66	2500	1.84
101.32	3500	3.94

Fuente: autoría propia, 2022.

Como se puede observar, el sensor MAP, varía su voltaje dependiendo del porcentaje de aceleración. A los 750 rpm la presión absoluta es baja por el volumen de aire en el colector de admisión, mientras que a los 2500 rpm la presión va aumentando.

**Tabla 3**

*Datos con multímetro y scanner automotriz del sensor IAT.*

IAT		
Temperatura (°C)	Resistencia (KΩ)	Voltaje (v)
20	2.57	3.42
51	1.21	2.05

Fuente: autoría propia, 2022.

El sensor IAT varía la resistencia de acuerdo a la temperatura del aire de admisión que ingresa por el múltiple de admisión: mientras más caliente esté el aire, menor resistencia y voltaje. Hay que tomar en cuenta que la temperatura del aire de admisión depende del medio ambiente y de la temperatura que está generando alrededor el motor. Este valor varió en milisegundos después de haber encendido el motor, después de esto el valor queda constante.

**Tabla 4**

*Datos con multímetro y scanner automotriz del sensor ECT.*

ECT	
Temperatura (°C)	Resistencia (KΩ)
20	2.59
40	1.16
85	0.28

Fuente: autoría propia, 2022.

El sensor ECT, depende de temperatura a la que se encuentra el líquido refrigerante. Su resistencia varia, a menor temperatura mayor resistencia.

**Tabla 5**

*Datos con multímetro y scanner automotriz del sensor TPS.*

TPS	
Abertura (%)	Voltaje (V)
4.7	0.3
50	2.9
98	3.8

Fuente: autoría propia, 2022.

El sensor TPS, permite el ingreso del aire hacia el motor. Cuando este no se acelera tiene un porcentaje de abertura de 4.7 y su voltaje es de 0.3 v; mientras se

va pisando el acelerador, el porcentaje de abertura de la mariposa va subiendo y su voltaje va bajando.

### Tabla 6

*Datos con multímetro y scanner automotriz del inyector.*

Inyector	
Temperatura ( °C)	Resistencia (Ω)
20	13.8
Estado	Voltaje (v)
KOER	14.1

Fuente: autoría propia, 2022.

El inyector es un actuador que inyecta combustible en la cámara de combustión. Este es alimentado con el voltaje de la batería.

### Tabla 7

*Datos con multímetro y scanner automotriz del sensor HO2S.*

HO2S	
750 rpm	0-1 a 0.6 v
5000 rpm	0.18 v
Resistencia calentador	a 20 °C es 9 Ω

Fuente: autoría propia, 2022.

El sensor HO2S varía el voltaje cuando el vehículo está en ralentí (750 rpm). Este valor establece si la mezcla quemada es rica y pobre. Cuando se acelera (5000 rpm), este voltaje baja indicando mezcla pobre. Esto se debe a que existe mayor ingreso de aire.

### Datos en vivo y códigos de avería

Los datos en vivo permiten analizar el comportamiento del motor e interpretar sus unidades. Los valores se comparan con los datos del fabricante para determinar el correcto funcionamiento, sin necesidad de desmontar ningún elemento.

### Tabla 8

*Datos en vivo.*

Nombre	Valor	Unid
Sensor MAP	0.9	V
Sensor MAP	237.5	hpa
Posición del acelerador	0.3	V
Acelerador abierto (PWM)	4.7	%
Régimen del motor	700	Rpm

Díaz Poma, E. (2022). *Sensores y actuadores en el sistema de admisión y escape con equipos de diagnóstico automotriz*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 66-78.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/95>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

Tensión positiva de la batería	14.1	V
Sensor de temperatura del refrigerante	83.2	°C
Sensor de temperatura del aire de admisión	51.0	°C
Tiempo de inyección del cilindro	1.6	ms
Monitor del calentador de sensor de oxígeno-Bloque 1/Sensor 1	20	ms
Sensor de oxígeno-Bloque 1/Sensor 1	0.6	V

Fuente: autoría propia, 2022.

Al acelerar el vehículo varía los voltajes de los sensores MAP, posición del acelerador, el régimen del motor, el tiempo de inyección y el sensor de oxígeno. Cuando el vehículo está a temperatura de trabajo el sensor ECT baja su voltaje.

## Tabla 9

### Códigos de avería

DTC	Descripción
P0030 a P0038	Falla en el sensor HO2S por falla en el circuito de control del calentador
P0106 a P0108	Falla en el sensor MAP
P0111 a P0113	Falla en el sensor IAT
P0116 a P0118	Falla en el sensor ECT
P0121 a P0123	Falla en el sensor TPS
P0130 a P0140 y P0170	Falla en el sensor HO2S por mal funcionamiento del circuito del sensor
P0261 a P0271	Falla en los inyectores 1,2,3,4

Fuente: autoría propia, 2022.

Los códigos DTC, permiten diagnosticar las fallas en los sensores y actuadores. Estos códigos genéricos se determinan mediante averías y leyéndolos con el scanner automotriz. Con esto se comprueba que son los mismos códigos que indican los fabricantes.

## Oscilogramas de los sensores

Los oscilogramas permiten identificar de forma correcta el funcionamiento de los sensores y actuadores. Esto se realiza con el osciloscopio automotriz.

A continuación, se ha realizado la comparación de los sensores y actuadores del sistema de admisión como el MAP, IAT, ECT, inyector con el sistema de escape que es el sensor HO2S.

### Figura 2

Análisis de la onda del sensor MAP (amarillo) y sensor HO2S (celeste).

#### MAP vs HO2S



Fuente: autoría propia, 2022.

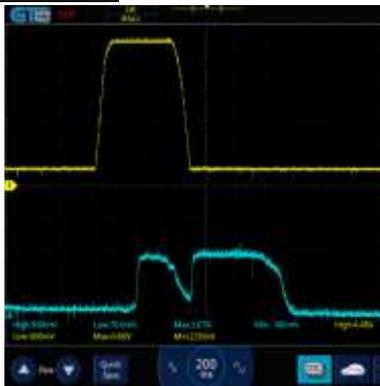
Los dos sensores trabajan al mismo tiempo, por lo que su voltaje aumenta cuando hay una aceleración de 3000 rpm. El porcentaje de mezcla de aire que ingresa es equivalente al porcentaje de aire que sale.

El sensor MAP genera un voltaje máximo de 3.08v y el sensor HO2S un voltaje máximo de 0.910 v, los dos en tiempo de trabajo de 760 ms con un mismo periodo.

### Figura 3

Análisis de la onda del sensor TPS (amarillo) y sensor HO2S (azul).

#### TPS vs HO2S



Fuente: autoría propia, 2022.

Los voltajes de los sensores aumentan cuando hay una aceleración a 3000 rpm, con un porcentaje de abertura del TPS de 100% el voltaje es 4.60 v, mientras el HO2S tiene un voltaje de 0.9 v. El tiempo de trabajo de los dos sensores es de 650 ms.

Si se suelta el pedal del acelerador repentinamente mientras el motor está funcionando a aproximadamente 4000 rpm, el suministro de combustible se detendrá por un período corto y los datos de servicio del sensor de O<sub>2</sub> en el Hi-Scan (Pro) mostrarán valores de 200 mV o menos. Cuando de repente se presiona el pedal del acelerador, el voltaje alcanzará 0,6 ~ 1,0 V.

Cuando deje el motor en ralentí nuevamente, el voltaje fluctuará entre 200 mV o menos y 0.6 ~ 1.0 V. En este caso, el sensor de O<sub>2</sub> se puede determinar cómo bueno.

### Figura 4

Para analizar la onda del sensor ECT es necesario trabajar en unidades de tiempo de

Díaz Poma, E. (2022). *Sensores y actuadores en el sistema de admisión y escape con equipos de diagnóstico automotriz*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 66-78.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/95>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

Análisis de la onda del sensor ECT (amarillo) y sensor HO2S (celeste).

### ECT vs HO2S



Fuente: autoría propia, 2022.

segundos, para observar su comportamiento de acuerdo a lo que cambia la temperatura del motor. Por lo tanto, en la gráfica se observa una línea recta, debido a los rangos de medición que está en 500 ms con un voltaje de 3.24 v y temperatura de 15°C. Cuando se tenga un tiempo mayor a 1 segundo, se comienza a apreciar que este voltaje baja y puede llegar hasta 0.28 v cuando está a una temperatura de 85°C.

La onda del sensor HO2S inicialmente no trabaja hasta que el circuito calefactor alcance su temperatura de 350 a 850 °C. El calentador HO2S reduce, en gran medida, la cantidad de tiempo necesario para que se active el control de combustible. El PCM proporciona un circuito de control modulado por ancho de pulso para ajustar la corriente a través del calentador. Cuando el HO2S está frío, el valor de la resistencia es bajo y la corriente en el circuito es alta. Por el contrario, si la temperatura en la resistencia del sensor aumenta, la corriente cae gradualmente.

### Figura 51

Análisis de ondas acelerado de la primera (amarilla) y segunda bobina (morada) de la válvula IAC y sensor HO2S (celeste).

### IAC VS HO2S



Fuente: autoría propia, 2022.

La válvula IAC, es un actuador que es controlada por la ECU. Consta de dos bobinas: una de entrada y otra de salida. El tipo de onda que genera este actuador es digital, con un voltaje de batería es decir 14 v.

Cuando la señal del sensor de TPS indica una posición de aceleración cerrada y el motor está en ralentí, el PCM ajusta el actuador de control de la velocidad de ralentí, para que el motor funcione a la velocidad correcta de ralentí, independientemente de la temperatura del refrigerante, la carga, etc. Cuando la carga adicional se aplica en el motor, el flujo de aire, a través del actuador de control de velocidad de ralentí, aumenta momentáneamente para aumentar la velocidad de ralentí.

Comparando la onda de la IAC con el HO2S, se puede apreciar que los dos inician en el mismo instante, pero más tiempo de

trabajo tiene la IAC con 1250 ms, mientras que el HO2S trabajan alrededor de unos 700 ms.

**Figura 6**

Análisis de onda del inyector (celeste) y el sensor de O2.

**Inyector vs HO2S**



Fuente: autoría propia, 2022.

La onda del inyector indica que trabaja con un voltaje de batería, que en este caso es de 13.6v, pero el valor del pico inductivo llega hasta 62 v, por lo que en las escalas es difícil de interpretar con el sensor de oxígeno que trabaja hasta 0.290 v. Este comportamiento se da cuando el motor está a 7500 rpm.

**Análisis de gases**

Para realizar estas pruebas, primero, se midieron los porcentajes de los gases cuando el vehículo no tenía ninguna avería. Segundo, se procedió a generar fallas (desconexión de los sensores y actuadores) para determinar cómo cambian los porcentajes de los gases en cada uno de los sensores o actuadores.

A continuación, se presentan los resultados del análisis de gases para todos los sensores analizados:

**Tabla 10**

Resultados de análisis de gases para los sensores.

	750 rpm	2500 rpm
Sin averías		
CO (% vol)	0.43	0.53
CO2 (%vol)	13.3	13.7
NO (ppm vol)	201	226
HC (ppm vol)	184	213
$\lambda$	1.05	1.070
O2 (% vol)	2.50	1.94
Sin sensor MAP + IAT		
CO (% vol)	0.46	0.56
CO2 (%vol)	13.3	13.7
NO (ppm vol)	202	393
HC (ppm vol)	185	374
$\lambda$	1.109	1.028
O2 (% vol)	2.59	1.24
Sin TPS		
CO (% vol)	0.65	0.51

Díaz Poma, E. (2022). Sensores y actuadores en el sistema de admisión y escape con equipos de diagnóstico automotriz. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 66-78.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/95>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

CO2 (%vol)	12.9	13.4
NO (ppm vol)	268	103
HC (ppm vol)	241	95
$\lambda$	1.117	1.065
O2 (% vol)	2.90	1.69
Sin ECT		
CO (% vol)	0.47	0.51
CO2 (%vol)	13.4	13.4
NO (ppm vol)	237	251
HC (ppm vol)	219	232
$\lambda$	1.085	1.077
O2 (% vol)	2.17	2.07
Sin válvula IAC		
CO (% vol)	0.34	0.45
CO2 (%vol)	14.0	14.1
NO (ppm vol)	79	95
HC (ppm vol)	75	92
$\lambda$	1.049	1.025
O2 (% vol)	1.28	0.88
Sin HO2S		
CO (% vol)	0.44	0.19
CO2 (%vol)	12.8	12.4
NO (ppm vol)	188	256
HC (ppm vol)	166	215
$\lambda$	1.102	1.154
O2 (% vol)	2.35-0	3.10

Fuente: autoría propia, 2022.

Analizando los gases, cuando el vehículo está sin averías con respecto a los gases sin sensores se nota que suben en MAP, TPS, ECT. En cambio, con la válvula IAC y HO2S los gases bajan.

#### 4. DISCUSIÓN

Al observar los valores de los gases contaminantes, hay un incremento de %CO, NO y HC cuando se acelera. Esto indica que existe mayor cantidad de gasolina en la mezcla ( $\lambda > 1$  mezcla rica), debido a que los gases no se combustionan correctamente y el sensor MAP no detecta la presión absoluta en el múltiple de admisión por poco oxígeno (1.24% de O<sub>2</sub>). Cuando se desconecta el sensor HO2S, los gases CO<sub>2</sub>, NO, HC bajan con respecto a los datos analizados sin falla. Los gases se reducen debido a que el sensor no emite ninguna señal a la computadora, lo que indica que la mezcla es rica.

#### 5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

Todos los sensores y actuadores de los sistemas de admisión y escape inciden directamente en el consumo de combustible, potencia y gases contaminantes. Un sensor dañado puede incrementar hasta un 0.22% de CO y 57 ppm de HC como es el caso del TPS. En este sentido, una falla mecánica en los dos sistemas permite que también varíe el comportamiento del motor. Estos se ven afectados por códigos de averías que generan los sensores y actuadores. Hay que

Díaz Poma, E. (2022). *Sensores y actuadores en el sistema de admisión y escape con equipos de diagnóstico automotriz*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 66-78.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/95>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

tomar en cuenta que los códigos de avería no siempre representan la falla directa, si no que puede incidir de otros factores como el ambiente y el estado mecánico.

Las ondas permiten dar una mejor interpretación de funcionalidad, en relación a los valores determinados por el multímetro. Estos valores tienen un porcentaje de error de 5%. También, es importante tener los manuales automotrices, en especial los diagramas para determinar cuál es el cable que genera la señal. También para determinar los parámetros de funcionamiento de acuerdo a que indican los fabricantes y poderlos comparar.

## 6. REFERENCIAS

- Autel. (2020). MaxiSys MS906BT. [En línea] 2020. <https://www.autel.com/es/mk3/3219.jhtml>.
- Auto Avance. (2019). Sensor MAP Fallas y Funcionamiento. [En línea] 2019. <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/sensor-map-para-que-sirve/>.
- CAM2. (2019). Qué es el sensor ECT. [En línea] 2019. <https://www.cam2.com.pe/single-post/2019/09/23/%C2%BFQue-es-el-Sensor-ECT>.
- Códigos DTC. (2020). Sensor de oxígeno - Sensor O2. [En línea] 2020. <https://codigosdtc.com/sensor-o2/>.
- García Orozco, Gilbert. (2019). Válvula IAC. [En línea] 2019. <https://www.pruebaderuta.com/valvula-iac.php>.
- Menna, Luis. (2015). Cómo funciona un inyector. [En línea] 2015. <https://comofunciona.co/un-inyector/>.
- Sensor automotriz. (2020). Sensor de posición del acelerador - Sensor TPS. [En línea] 2020. <https://sensorautomotriz.com/sensor-tps/>.
- SETUP ELECTRÓNICA. (2020). Automotive Tablet Oscilloscope ATO1000 series. [En línea] 2020. <https://setup-electronica.es/wp-content/uploads/2019/10/micsig-ato1000.pdf>.
- Software GDS Hyundai. (2009). Tucson JM. Manual. [En línea] 2009. <https://service.hyundai-motor.com/euro5/login.tiles>.
- TEXA. (2020). GASBOX - OPABOX. [En línea] 2020. <https://www.texaiberica.com/productos/gasbox-opabox-autopower>.

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LINTERNAS PARA EL ENGORDE DE CONCHA ANADARA TUBERCULOSA

Diego Oswaldo Cumbicos Ortega  
diego\_cumbicos@hotmail.com  
Instituto Tecnológico Superior Ismael Pérez Pazmiño

Kerly Paulette Fernández Aguilar  
kerlyfernandez2112@gmail.com  
Instituto Tecnológico Superior Ismael Pérez Pazmiño

Jean Carlos Japón Salazar  
jeanjapon51@gmail.com  
Instituto Tecnológico Superior Ismael Pérez Pazmiño

Recibido: 01/05/22  
Aceptado: 11/06/22  
Publicado: 01/07/22

### RESUMEN

Se realizó el diseño y construcción de linternas para el engorde de juveniles de la especie *anadara tuberculosa*, que fueron evaluados en una camaronera ubicada en la ciudad de Machala provincia de El Oro. Para lo cual, se capturó un total de 100 ejemplares con un peso de aproximadamente  $10.45 \pm 1.41$  gr. y una longitud de  $25.63 \pm 1.48$  mm, procedencia de los manglares del Archipiélago de Jambelí. El tamaño de los ejemplares permitió realizar el dimensionamiento y diseño de las jaulas artesanales. Los materiales fueron adquiridos en un centro de distribución de insumos pesqueros, ubicados en la ciudad de Machala. El sistema desarrollado fue similar a un sistema Long Line, que presentó una longitud de 6m de largo, con separación de 2 metros, a partir del punto inicial y la separación de 1 metro entre linternas, anclado en cada extremo un peso muerto de concreto de 15 Kg y se incorporó 2 boyas de 0.50m. Esto permitió mantener la flotabilidad del sistema. Las linternas presentaron forma cilíndrica con una altura de 0,3 m y un diámetro de 0.70m. la separación entre linternas fue de un metro y los extremos izquierdo y derecho presentan una distancia de 2m con respecto al punto inicial. El tiempo de ejecución fue de 2 meses para el diseño, la elaboración y el control de calidad de las linternas con interacción del ecosistema acuático. Los resultados obtenidos pueden servir de base para conseguir los protocolos de adaptación de la especie *anadara tuberculosa*.

**PALABRAS CLAVE:** construcción, *anadara tuberculosa*, crianza, acuicultura.

## DESIGN AND CONSTRUCTION OF LANTERNS FOR THE FATTENING OF TUBERCULOUS ANADARA SHELL

### ABSTRACT

The design and construction of lanterns for the fattening of juveniles of the *Anadara tuberculosa* species was carried out, which were evaluated in a shrimp farm located in the city of Machala, province of El Oro. For which, a total of 100 specimens were captured with a weight of approximately  $10.45 \pm 1.41$  gr. and a length of  $25.63 \pm 1.48$  mm, coming from the mangroves of the Jambelí Archipelago. The size of the specimens allowed the sizing and design of the handmade cages. The materials were acquired from a fishing supplies distribution center located in the city of Machala. The system developed was similar to a Long Line system, which presented a length of 6m long, with a separation of 2 meters, starting from the initial point and a separation of 1 meter between lanterns, anchored at each end a concrete dead weight of 15 kg and two 0.50m buoys were incorporated. This allowed maintaining the buoyancy of the system. The lanterns had a cylindrical shape with a height of 0.3 m and a diameter of 0.70 m. The separation between lanterns was one meter and the left and right ends have a distance of 2 m with respect to the initial point. The execution time was 2 months for the design, elaboration and quality control of the lanterns with interaction of the aquatic ecosystem. The results obtained can serve as a basis for achieving adaptation protocols for the *anadara tuberculosa* species.

**KEYWORDS:** construction, *anadara tuberculosa*, breeding, aquaculture.

## 1. INTRODUCCIÓN

La concha *anadara tuberculosa* es un molusco bivalvo que reside en la zona intermareal. Generalmente, su hábitat se caracteriza por encontrarse en los sustratos fangosos, arcillosos limo-arcillosos que sostienen las raíces del mangle, (Camacho, 1999). Esta carece de dimorfismo sexual y el sexo, solo puede determinarse a través de la observación directa en el microscopio, mediante el color de las gónadas posterior a la disección, sin embargo, estudios recientes han demostrado hermafroditismo en el pacífico de Colombia (Lucero, Cantera, & Gil, 2021). Entre los hábitos alimenticios aparece el consumo de fitoplancton y la filtración de materia orgánica (Espinoza, Delgado Hernández, Orobio Riofrío, Mejía Ladino & Gil Agudelo, 2010).

La importancia de este organismo se debe a que representa un recurso importante en el perfil costero ecuatoriano, especialmente por el aporte económico a las familias que se dedican a la captura de esta especie, por la versatilidad que presenta su alto consumo en la gastronomía ecuatoriana. Esto también representa una importante oportunidad de negocios internacionales. Sin embargo, actualmente se debe hacer frente a una serie de problemas relacionados con la sobreexplotación, contaminación y reducción del área de los manglares (Suarez, 2021).

Entre los sistemas de adaptación de moluscos bivalvos aparece línea larga (*long line*), que consiste en una soga larga de 3/4, 7/8 o una pulgada de diámetro, con una longitud de al menos unos 100 metros. A la línea larga se la denomina línea madre, donde se aseguran los flotadores cada 2 o 5 metros. La distancia de los flotadores entre sí depende de la carga que tenga la línea (Vásquez, Pérez Rosales, Pacheco Reyes & Kani, 2007).

Analistas coinciden que se deben implementar sistemas de engorde de la concha negra, con metodologías que sean rentables, factibles y sustentables. Reportes previos indican experiencias relacionados a estructuras de encierro para este organismo (Quizhpe, Yáñez, Jimbo, 2017).

En febrero del 2022, se procedió a estudiar la adaptación el engorde de *Anadara tuberculosa*, en explotaciones acuícolas, especialmente vinculadas a camarónicas, con el fin de identificar un protocolo que se pueda replicar en colaboración con sectores que se dedican a la colecta de este organismo. De esta manera, ayudar a mitigar el esfuerzo pesquero en el perfil costero ecuatoriano.

## 2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS / MATERIALES Y MÉTODOS

Un total de 100 ejemplares de juveniles de *anadara tuberculosa* fueron capturados en el Archipiélago de Jambelí. Posterior a la aclimatación, se procedió a evaluar la adaptación en una explotación acuícola, en tres linternas distribuidas de manera proporcional en cada piso, El sitio de estudio está ubicado en la vía a Balosa, con las siguientes coordenadas referenciales: -3°.34 '13", Latitud sur, -79°.9'7", longitud oeste.

Cumbicos, D., Fernández, K., y Japón, J. (2022). *Diseño y construcción de linternas para el engorde de conchas anadara tuberculosa*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 79-88.

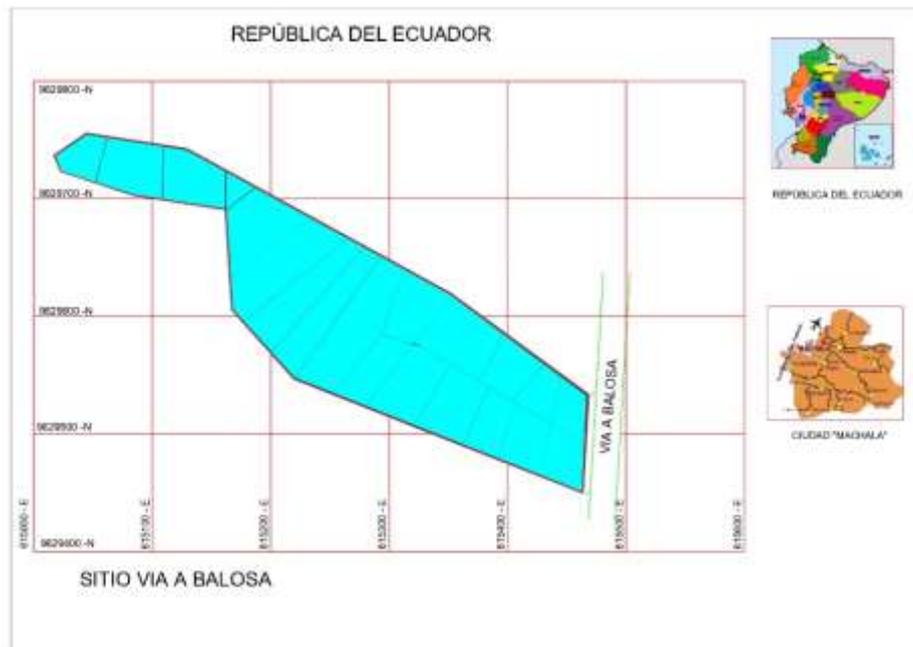
<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/89>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

**Figura 1**

Ubicación de la camaronera "Servio S.A".



Fuente: autoría propia 2022.

Para la elaboración de las linternas, se revisaron fuentes bibliográficas de (Vasquez , Perez, Pacheco , & Kani, 2007); (Guerra Lima & Vergara López, 2012) (Caceres- Martinez & Vásquez, 2014), (Gallo Roque G. R., 2018) que permitieron identificar el protocolo para el diseño y la construcción.

### 3. RESULTADOS

Las linternas (Figura 2), presentaron un diámetro de 0.70m y una altura de 0,3 m, distribuida en dos pisos, con un ojo de malla de 0.12m. La construcción de las linternas se empezó con la compra de un rollo de malla negra, que fue adquirido en un centro de distribución de recursos pesqueros que presentaba las medidas de 4m de ancho por 10 metros de largo. Con base en este tamaño, se dimensiona las linternas aplicando  $P = \pi \times D$ , siendo esta una fórmula recomendada para cilindros.

Cumbicos, D., Fernández, K., y Japón, J. (2022). *Diseño y construcción de linternas para el engorde de conchas anadara tuberculosa*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 79-88.

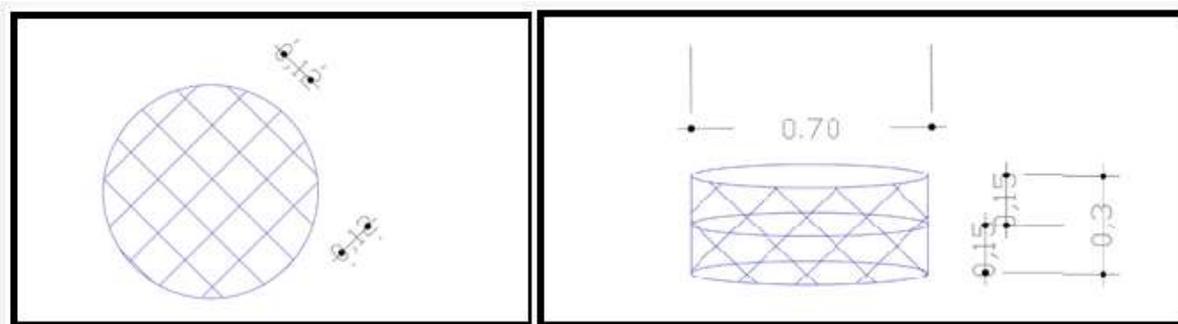
<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/89>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

**Figura 2**

La figura izquierda, indica la medida del ojo de malla y la figura derecha, indica el diámetro de la linterna, la distancia entre pisos y la altura total de las linternas.

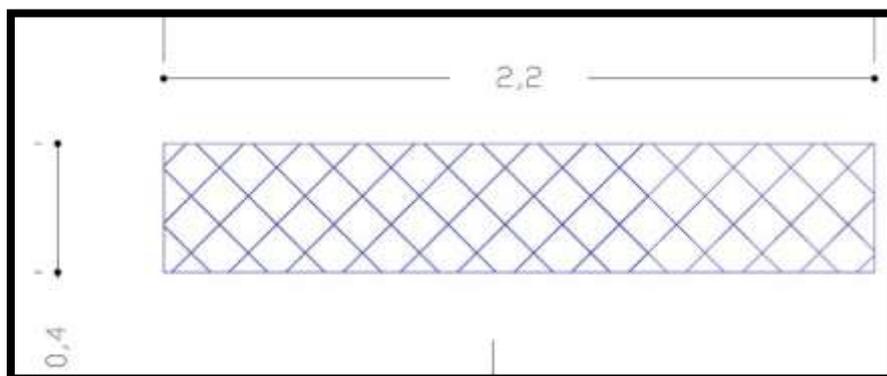


Fuente: autoría propia 2022.

Como se observa en la Figura 3, el largo de la malla fue de 2.2m utilizado para las paredes del cilindro. La altura total (h) de la linterna se consideró de 0,40 m, incluido un excedente de 0,10m para fijar el peso muerto.

**Figura 3**

Material utilizado para la construcción de las paredes de tres linternas.

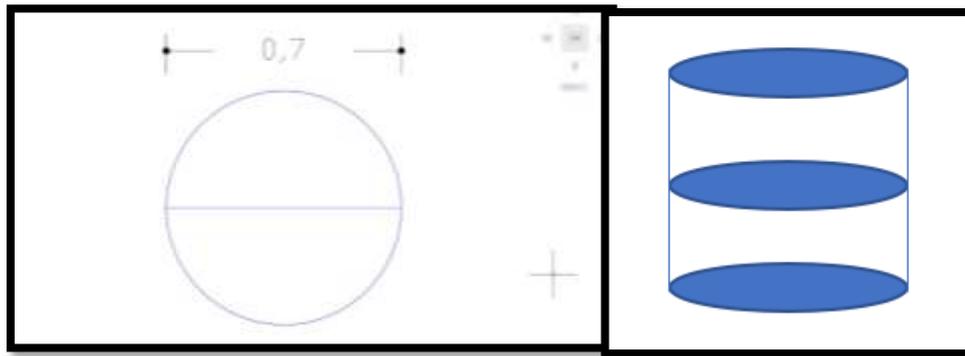


Fuente: autoría propia 2022.

Para el caso de los pisos se aplicó la misma fórmula. En este caso, se utilizó la parte sobrante de la malla: 3,6m de ancho por 6.6m de largo. Las medidas utilizadas fueron de 0.73m x 0,73m, de manera que logre abarcar el diámetro de las linternas y se multiplicó por tres para complementar una linterna, como se observa en la Figura 4.

**Figura 4**

Diámetro de los pisos de las linternas y elaboración de linternas.



Fuente: autoría propia 2022.

Con las dimensiones anteriormente expuestas, se procede a plantear la siguiente ecuación para la construcción de linternas:

$$L = L.P \text{ (Paredes)} + L.P \text{ (Pisos)}$$

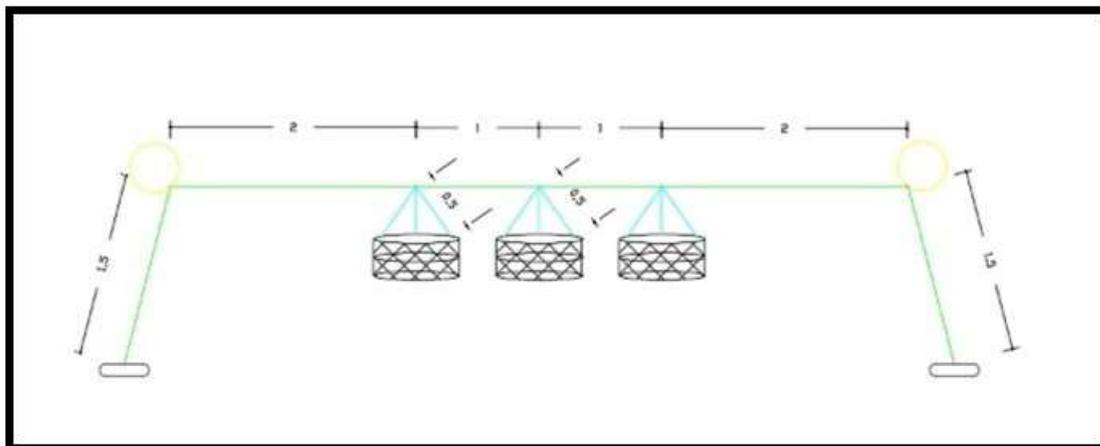
$$L = 2,3\text{m} + 2,19\text{m}$$

$$L = 4.39 \text{ m}$$

El diseño también consistió en el cálculo de la cantidad de mangueras, en la que se utilizó la fórmula, los cabos sujetadores, boyas y peso que permitió implementar el sistema suspendido similar al *Long Line*, como se muestra en la Figura 5.

**Figura 5**

Sistema suspendido similar al Long line. Las líneas azules representan la línea, mientras que las boyas se encuentran de amarillo, los pesos muertos están de color gris y de negro las linternas



Fuente: autoría propia 2022.

Cumbicos, D., Fernández, K., y Japón, J. (2022). *Diseño y construcción de linternas para el engorde de conchas anadara tuberculosa*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 79-88.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/89>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

El sistema suspendido se diseñó similar al *Long line*, debido a que sus dimensiones son de mayor proporción. Este sistema fue de 6m de largo, anclado en cada extremo a un peso muerto de concreto de 15 Kg de forma cilíndrica. Además, a este sistema se incorporaron 2 boyas de 0.50m, que permitieron mantener la flotabilidad. Los extremos izquierdo y derecho presentan una distancia de 2m con respecto a las linternas. Entre linternas existe 1m de separación, su altura (h) corresponde a 1,5m con relación a la línea madre y referente al peso muerto se trató de conseguir un ángulo de 180°.

En lo que se refiere a parámetros de calidad de agua, y control de calidad de las linternas se obtuvieron los siguientes datos mostrado en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Control de calidad de la linterna mediante monitoreo de parámetros de linternas.*

Parámetros	Unidad de medida	Linternas
Salinidad	26 ± 0,92 UPS	Características de la linterna
Temperatura	27 ± 0,74 °C	
pH	7.8 ± 0,98	

Fuente: autoría propia, 2022.

La Tabla 2 muestra que el medio acuático en donde se encuentran las linternas tiende a una salinidad de 26 ppm, a una temperatura de 27°C y un pH de 7.8.

**Tabla 2**

*Escala de valoración del control de Calidad de las linternas.*

Variable	Escala	Resultado
Malla	<ol style="list-style-type: none"> <li>Sin presencia de organismos</li> <li>Rasgos de presencia</li> <li>Presencia de organismos</li> </ol>	1. Sin presencia
Nudos	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ajustado</li> <li>Semi ajustados</li> <li>Suelto</li> </ol>	1. Ajustado
Boyas	<ol style="list-style-type: none"> <li>Buena flotabilidad</li> <li>Sumergidas</li> <li>Sueltas</li> </ol>	1. Buena flotabilidad
Sistema	<ol style="list-style-type: none"> <li>Completo</li> <li>Semi completo</li> <li>Incompleto</li> </ol>	1. Completo

Fuente: autoría propia, 2022.

Se mira que la interacción de la calidad de agua, no afectó en las linternas. En relación a la estructura de la linterna, se observó que los tejidos y nudos no presentan desataduras y se mantienen de la misma forma que se las puso al principio. La malla no presentó deterioro durante las semanas de revisiones. Los

pisos mantienen su forma circular dando estabilidad a los juveniles de *anadara tuberculosa* que fueron sembrados en cada linterna. Además, no se encontraron organismos que no corresponden al objeto de estudio

**Tabla 3**

*Registro inicial de juveniles de anadara tuberculosa.*

Día	Tratamientos	Entre Valvas (mm)	Dorsal-ventral (mm)	Anterior-Posterior (mm)	Peso (g)
S0	Linterna 1	14,03 ± 3.75	20.90±4.38	25.63±1.48	10.45± 1.41
	Linterna 2	14,00± 2.55	19.88± 4,88	27.08± 2.80	10.49± 1.52
	Linterna 3	14.08 ± 2.98	19.76± 2.59	25.55± 1.40	10.00 ± 1.43

Fuente: autoría propia, 2022.

En lo que se refiere al tamaño de los organismos, la Tabla 4 indica los valores logrados. La linterna 3 presentó un valor de 25.55± 1.40 mm. El valor máximo corresponde a la linterna 2 con un valor de 27.08± 2.80 mm. Para el caso de los pesos, la linterna 2 fue el de mayor proporción.

**Tabla 4**

*Monitoreo final de biometría de juveniles de A. tuberculosa*

Día	Tratamientos	Entre Valvas (mm)	Dorsal-ventral (mm)	Anterior-Posterior (mm)	Peso (g)	Mortalidad
S5	Linterna 1	17.10 ± 0.66	25.68± 0.72	36.00± 2.11	13.62± 2.12	90%
	Linterna 2	17.11± 1.19	25.96± 0.81	37.07 ± 2.39	14.09± 2.98	88%
	Linterna 3	17.54 ± 1.31	24.36± 2,55	35.10 ± 1.87	13.88 ± 2.87	85%

Fuente: autoría propia, 2022.

En la Tabla 4 se grafica el monitoreo de la biometría que permitió identificar que la linterna 3, presentó menor longitud con un valor de 35.10 ± 1.87 mm. El máximo valor pertenece a la linterna 2, con un valor de 37.07 ± 2.39 mm. Para el caso de los pesos el tratamiento 1 fue la menor proporción. La mayor mortalidad fue en la linterna 3.

#### 4. DISCUSIÓN

Los datos reportados de la adaptación de juveniles de *anadara tuberculosa* en linternas en ecosistemas de explotaciones acuícolas, corresponde a un crecimiento promedio de longitud de 10,37mm y un peso de 3,17g en 60 días de cultivo. Al comparar los datos con lo reportado por Gallo Roque (2018), que presentó una ganancia en longitud de 5,8 mm y en peso 6.8g y una mortalidad de 64% en 150 días en los manglares del Perú. Es así que el hallazgo permite afirmar que se puede adaptar la especie *anadara tuberculosa* en engorde en linternas.

#### 5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

El diseño que se realizó para la elaboración de linternas ayudó a dimensionar un sistema similar al *Long line*, para la adaptación de la *anadara tuberculosa*. Esto

Cumbicos, D., Fernández, K., y Japón, J. (2022). *Diseño y construcción de linternas para el engorde de conchas anadara tuberculosa*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 79-88.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/89>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

permitió identificar la cantidad de materiales a utilizar, favoreciendo al momento de comprar cada uno de ellos, y optimar los gastos.

Además, se determinó que la variabilidad de los factores físicos y químicos presentes en el medio acuoso donde se ubicaron las linternas, no afectan la calidad de los materiales a corto plazo.

## 6. REFERENCIAS

Boyd, C. (1990). *Water quality in ponds for Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station.

Cáceres- Martínez, J., & Vásquez, R. (2014). *Manual de Buenas Prácticas de Manejo para el Cultivo de Moluscos- Bivalvos*. Organismo Internacional Regional de Sanidad & Programa Regional de Apoyo a la Ejecución de la Política de la Pesca y la.

Gallo Roque, G. (2018). *Efecto de dos densidades de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de Anadara tuberculosa, en cultivo suspendido en el canal de marea Puerto Rico*. Universidad Nacional de Tumbes. <https://1library.co/document/q016e4xz-efecto-densidades-crecimiento-supervivencia-anadara-tuberculosa-suspendido-pizarro.html>

Guerra Lima, Z., & Vergara López, P. (2012). *Guía básica para el cultivo de moluscos bivalvos del pacífico panameño: conchuela, ostras y concha negra*. Proyecto de Fortalecimiento Institucional e Integración de Políticas y Estrategias para el Desarrollo Rural Nacional.

Guerra, Z., & Collado, G. (2012). *Engorda de juveniles de concha negra Anadara spp una alternativa sustentable para los pescadores artesanales de Islas Cañas, Provincia de Los Santos, Panamá*. Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá-Dirección de Investigación y Desarrollo.

Mendoza, O., & Alvitres, V. (2012). *Crecimiento y supervivencia de Anadara tuberculosa (Sowerby, 1833) a tres densidades*. Manglar. Revista de Investigación Científica. Universidad Nacional de Tumbes, Perú, 55 - 64.

Mora, E., Moreno, J., Jurado, J., & Flores, L. (2010). *La pesquería de la concha prieta (Anadara tuberculosa y Anadara similis) en el 2009: indicadores pesqueros y condición reproductiva en la zona sur y norte de Ecuador*. Instituto Nacional de Pesca.

Moreno, J., & Mora, E. (2004). *Estado de la pesquería del recurso concha (Anadara tuberculosa y A. similis) en la costa ecuatoriana*. Guayaquil: Instituto Nacional de Pesca.

Quizphe, P., Yáñez, M., & Jimbo, J. (2015). *Crecimiento y engorde de concha prieta (anadara tuberculosa) encorales en los manglares de la isla Payana*. UTMACH.

Cumbicos, D., Fernández, K., y Japón, J. (2022). *Diseño y construcción de linternas para el engorde de conchas anadara tuberculosa*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 79-88.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/89>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

Vásquez, E., Pérez, R., Pacheco, S., & Kani, K. (2007). *Guía para el cultivo de Ostra del Pacífico*. Centro de Desarrollo de la Pesca y Acuicultura (CENDEPESCA)

Vásquez, H., Pérez Rosales, R., Pacheco Reyes, S., & Kani, K. (2007). *Guía para el cultivo de Ostra del Pacífico (Crassostrea gigas)*. Centro de Desarrollo de la Pesca y Acuicultura (CENDEPESCA).

Cumbicos, D., Fernández, K., y Japón, J. (2022). *Diseño y construcción de linternas para el engorde de conchas anadara tuberculosa*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 79-88.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/89>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

## CONSTRUCCIÓN DE UNA PRÓTESIS CANINA MEDIANTE INGENIERÍA INVERSA IMPRESIÓN 3D

Edison Javier Segovia Corrales  
ejsegoviac@istx.edu.ec  
Instituto Superior Universitario Cotopaxi

Gonzalo Daniel Ruiz Mesías  
gdruizm@istx.edu.ec  
Instituto Superior Universitario Cotopaxi

Manuel Edmundo Llango Pullotasig  
mellangop@istx.edu.ec  
Instituto Superior Universitario Cotopaxi

Recibido: 17/05/22  
Aceptado: 10/06/22  
Publicado: 01/07/22

### RESUMEN

Con el pasar de los años, se observa que la vida, tanto de un humano como de un animal, después de perder una extremidad o incluso haber nacido sin esta, resulta ser más complicada. Para solucionar esta problemática, los humanos determinaron una solución que conlleva a las creaciones de prótesis que suplantando la extremidad faltante. Al igual que a los humanos, las prótesis para animales también tienen su desarrollo. Todo esto con una complejidad, debido a que dichas prótesis, tanto para humanos como para animales son costosas y muy pocos tienen recursos para la obtención de una prótesis. Por esta cuestión, la investigación se basó en ayudar a un perro que se encontraba en la necesidad de una prótesis. De esta manera, se aplicaron conocimientos adquiridos para mejorar la calidad de vida del canino. Para la construcción de la prótesis se emplearon distintos programas como *SolidWorks*, que interviene en el diseño de cada pieza, el software *3D Systems Sense*, aplicado para el escaneo y el software *Z-Suite*, utilizado para realizar el proceso de impresión 3D.

**PALABRAS CLAVE:** escaneo, prótesis, canino, diseño, impresión 3D.

## CONSTRUCTION OF A CANINE PROSTHESIS BY REVERSE ENGINEERING 3D PRINTING

### ABSTRACT

Over the years, it has been observed that life, both for humans and animals, after losing a limb or even being born without it, has become more complicated. To solve this problem, humans determined a solution that leads to the creation of prostheses that replace the missing limb. As with humans, prostheses for animals also have their development. All this with a complexity, because such prostheses, both for humans and animals are expensive and very few have the resources to obtain a prosthesis. For this reason, the research was based on helping a dog that was in need of a prosthesis. In this way, acquired knowledge was applied to improve the canine's quality of life. For the construction of the prosthesis, different programs were used, such as SolidWorks, which is involved in the design of each part, 3D Systems Sense software, applied for scanning, and Z-Suite software, used to carry out the 3D printing process.

**KEY WORDS:** scanning, prosthesis, canine, design, 3D printing.

## 1. INTRODUCCIÓN

Con el pasar del tiempo y el avance de la tecnología, la humanidad ha encontrado distintas maneras para solucionar la ausencia de una extremidad. Estas soluciones han sido tanto físicas como mentales. La creación de prótesis o terapias ayudan a disminuir el impacto que la falta de una extremidad causa. Al igual que los humanos, los animales también presentan impactos de igual magnitud o incluso mayores, ya que para ellos les es difícil encontrar una solución por su propia cuenta. Este proyecto se centra en animales domésticos, especialmente los caninos.

Las causas que pueden llevar a un perro a no poseer sus extremidades son múltiples. Este puede presentar la ausencia de una de sus extremidades debido a accidentes, genética o incluso puede haber sido sometido a una amputación por causas médicas. Las consecuencias que generan pueden ser similares: en la mayor parte de casos presentados, los canes han sido abandonados o, en un caso extremo, sacrificados.

No todos los dueños de estos animales toman la opción de conservarlos y ayudarlos con la obtención de una prótesis. La pequeña población de estos dueños tiene que lidiar ahora con la poca existencia de prótesis, además del precio que estas poseen. Debido a que no es un tema de gran amplitud, aquí parte la idea de la construcción de una prótesis canina mediante ingeniería inversa impresión 3D. La construcción de esta prótesis se da con el estudio de la osteología canina e implementación de aplicaciones como el software *SolidWorks*, y equipos como la impresora *Zortrax M200* y el escáner *3D Sense 2*.

## 2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS / MATERIALES Y MÉTODOS

### Estrategias Metodológicas

**Recopilación de información.** Se realizó una revisión exhaustiva de documentación científica y técnica relacionada con la construcción de prótesis caninas, ingeniería inversa e impresión 3D para obtener una base sólida de conocimientos previos.

**Diseño asistido por ordenador (CAD).** Se utilizó un software de diseño asistido por ordenador para crear un modelo 3D preciso de la anatomía y estructura de la extremidad afectada del perro, garantizando la adaptación y funcionalidad de la prótesis.

**Ingeniería inversa.** Se usaron técnicas de escaneo tridimensional para obtener un modelo digital de la extremidad afectada del perro, permitiendo la reproducción exacta de la forma y dimensiones necesarias para la prótesis.

**Optimización del diseño.** Se aplicaron técnicas de simulación y análisis estructural para optimizar el diseño de la prótesis, asegurando su resistencia, durabilidad y funcionalidad adecuada.

**Impresión 3D.** Se utilizó una impresora 3D con materiales biocompatibles para fabricar la prótesis canina de acuerdo con el diseño previamente elaborado, garantizando la precisión y calidad del resultado final.

**Pruebas y ajustes.** Se realizaron pruebas exhaustivas de la prótesis impresa en el perro, evaluando su adaptación, comodidad, movilidad y funcionalidad y realizar los ajustes necesarios para lograr un ajuste óptimo.

**Evaluación clínica.** Se realizó un seguimiento clínico del perro con la prótesis, evaluando su capacidad de caminar, correr y llevar una vida normal, así como monitorear su bienestar y calidad de vida a largo plazo.

## **Materiales y Métodos**

**Equipo de escaneo tridimensional.** Se utilizó un escáner tridimensional de alta precisión para obtener datos digitales precisos de la extremidad afectada del perro.

**Software de diseño asistido por ordenador (CAD).** Se utilizó software especializado en diseño 3D para crear el modelo digital de la prótesis canina, teniendo en cuenta la anatomía y características específicas del perro.

**Impresora 3D.** Se utilizó una impresora 3D con capacidad de imprimir en materiales biocompatibles y de alta resistencia, como el polímero PLA o el poliuretano, para fabricar la prótesis canina.

**Materiales biocompatibles.** Se utilizaron materiales certificados como biocompatibles y seguros para la fabricación de la prótesis, asegurando que no haya reacciones adversas en el perro.

**Pruebas y ajustes.** Se realizaron pruebas de ajuste y funcionalidad de la prótesis en el perro y los ajustes necesarios en el diseño y la fabricación para lograr un resultado óptimo.

**Evaluación clínica.** Se realizaron evaluaciones clínicas periódicas del perro con la prótesis, registrando parámetros como la capacidad de caminar, el grado de movilidad y la adaptación a la prótesis.

## **3. RESULTADOS**

### **Visita al sujeto prueba**

El paso principal y fundamental fue la visita realizada al sujeto prueba o canino al que se le va a realizar la prótesis. Esto con la finalidad de conocer la raza, las medidas y analizar la parte faltante del animal. Con lo antes mencionado, se determina que el sujeto prueba es de raza mestiza, de una estatura mediana 38 cm de altura con un peso de 28 kilos. La perra tiene una edad de 7 años; hace 1 año aproximadamente tuvo que someterse a cirugía que le amputó la extremidad trasera del lado derecho.

**Figura 1**

*Sujeto de prueba: raza mestiza, edad 7 años.*



*Fuente: autoría propia 2022.*

**Selección del tipo de prótesis**

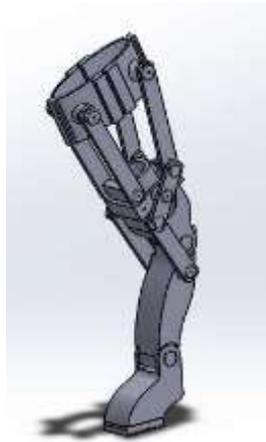
Para determinar el tipo de prótesis a diseñar, se realiza la visita al sujeto de prueba. Existen distintos tipos de prótesis que pueden ser realizadas mediante ingeniería inversa. Los factores a tener en cuenta para un modelo de prótesis son el tipo de función a realizar y las partes a sustituir. Por esta razón, se opta por una prótesis de extremidades.

Entre las prótesis de extremidades más conocidas se encuentran las prótesis articuladas, de apoyo y de reacción. Las prótesis de apoyo son modelos fijos que no tienen movilidad, como su nombre lo indica, sirven como apoyo al canino; su aplicación se da en casos que la parte amputada sea lo más cercana al cuerpo. Las prótesis de reacción son prótesis que impulsan al canino, que reaccionan con el peso del mismo; al igual que la anterior, su forma física es estática y no posee movilidad. La prótesis articulada es un tipo de prótesis que posee movimiento controlado por el canino portador de la prótesis; a diferencia de las anteriores, su estructura dispone de muchas más partes.

Una vez analizadas los tipos de prótesis, el prototipo a diseñar se centra en la prótesis de extremidades articuladas. Esto debido a que el sujeto de prueba contiene parte de la tibia y si se realiza un diseño fijo, el canino no va a poder mover la extremidad. Al poseer una parte de la tibia, permite que la prótesis articulada pueda moverse a voluntad del sujeto de prueba, es decir, este tipo de prótesis resulta ser más eficiente para el canino.

## Figura 2

Diseño de la prótesis articulada.



Fuente: autoría propia 2022.

## Toma de medidas

Para realizar la prótesis, se procedió a la toma de medidas o dimensiones de la extremidad faltante del canino. Esto para obtener las dimensiones de la prótesis, como son el largo y ancho de la pierna y el pie, al igual que las falanges. La toma de dimensiones se realiza con la ayuda de una cinta métrica, específicamente, la que se utiliza en el ámbito de la costura. Para tener una referencia sobre las medidas, se toma en cuenta la pata par que sí posee el sujeto prueba.

## Figura 3

Toma de medidas para la elaboración de la prótesis.



Fuente: autoría propia 2022.

## Selección del filamento

Para determinar el material que se utiliza en la fabricación de la prótesis se realizó el estudio y análisis de las condiciones físicas a las que va a ser sometida. Es

Segovia, E., Ruiz, G., y Llango, M. (2022). *Construcción de una prótesis canina mediante ingeniería inversa impresión 3D*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 89-100.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/96>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

decir, el esfuerzo que tiene que realizar, peso a soportar, condiciones climáticas y de terreno. Además de tener en cuenta las características físicas y mecánicas, también es fundamental saber si es compatible con la impresora 3D que se va a utilizar en la fabricación. En este caso se utiliza la impresora *Zortrax M200* que es compatible con materiales ABS, GLASS, HIPS, PCABS, PETG, ULTRAT, ESD, PLA Pro, ASA Pro. Con esto, se posee una lista con los posibles filamentos a utilizar.

Otro de los factores a tener en cuenta en la selección del filamento es la disponibilidad comercial de este. Entre los filamentos de comercialización más comunes, además de disponibles en la plataforma Mercado libre, se encuentran los filamentos PLA, ABS, TPU y PETG. Dado a que el filamento TPU no es compatible con la impresora a utilizar, su uso se descarta completamente. Se realiza un cuadro comparativo con las características, tanto físicas como mecánicas, de los filamentos PLA, ABS y PETG. Como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 1**

*Características mecánicas de los filamentos.*

Característica	PLA	ABS	PETG
Densidad	1.24 g/cm <sup>3</sup>	1.02 g/cm <sup>3</sup>	1.27 g/cm <sup>3</sup>
Resistencia a la tracción	3309 MPa	35-50 MPa	50MPa
Resistencia a la flexión	485 kg/ cm <sup>2</sup>	509 kg/cm <sup>2</sup>	700Kg/cm <sup>2</sup>
Temperatura de deformación	55°C	90-105°C	85°C

Fuente: Impresoras3D.com, 2022.

Una vez analizado el cuadro comparativo de la Tabla 1, las características mecánicas y cada uno de los filamentos se puede analizar lo siguiente:

**Peso.** La diferencia de densidad que existe entre los tres tipos de filamentos es muy poca.

**Resistencia.** Si la función de la pieza a fabricar requiere de una alta resistencia a la tracción, técnicamente el uso del filamento PLA es obligatorio, sin embargo, el filamento PETG posee una mayor adhesión entre capas, es mucho más difícil que este se rompa.

En caso que la pieza fabricada vaya a estar expuesta al exterior, el filamento PLA no es el más recomendable, debido a que, bajo condiciones de calor, frío, lluvia o alta radiación solar la pieza tiende a deteriorarse rápidamente. De igual manera, el filamento ABS, a pesar de ser el más utilizado, su única desventaja que lo hace inutilizable ante este proyecto es que no soporta la radiación ultravioleta.

En conclusión, los filamentos PLA y ABS, a pesar de poseer buenas características tanto físicas como mecánicas, no pueden ser aplicados para

Segovia, E., Ruiz, G., y Llango, M. (2022). *Construcción de una prótesis canina mediante ingeniería inversa impresión 3D*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 89-100.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/96>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

construcción de piezas en exteriores, en comparación con el filamento PETG. Este último posee características físicas y mecánicas aceptables que lo hacen apto para ser implementado en este proyecto. En este sentido, el filamento PETG sí es apto para las condiciones climáticas a las que va a ser sometido.

En la mayor parte de los casos en los que se implementan filamento, el color va acorde a la pieza o su función a realizar. En este caso, los colores escogidos para cada una de las piezas son blanco, negro y gris, que se asemeja al color del pelaje del canino. Esto puede ser considerado como un tema estético.

#### **Figura 4**

*Filamento PETG.*



*Fuente: 3D Natives, 2022.*

#### **Diseño de las partes de la prótesis**

Existen distintos tipos de programas de diseño, ensamblaje y simulación de piezas en tres dimensiones, como el software *AutoCAD*, *Autodesk Maya*, *Cinema 4D*, *Modo*, *SolidWorks*, etc. Para este proyecto se hizo uso del software *SolidWorks*, que consta de distintas herramientas para realizar piezas en tres dimensiones; además, ayuda a determinar las medidas, peso y material de las piezas diseñadas. Con el uso de este software, también se realizan planos, en que cuales se encuentran plasmadas las características de cada pieza.

Para el diseño de las partes de la prótesis, es indispensable saber qué componentes son los que conforman la prótesis, al igual que sus medidas o dimensiones. Este último dato se obtiene con la visita realizada al sujeto prueba. Una vez determinadas las partes y las medidas se hace uso del software *SolidWorks* para el diseño tridimensional de las mismas.

La prótesis está constituida por un sujetador que permitirá a la prótesis mantenerse unida al cuerpo del animal y está conformada por tres piezas que son el acople, porta acople y la pierna. Las dos últimas fueron diseñadas en el software

*SolidWorks*, a diferencia de la primera que es el resultado de un proceso de escaneo en tres dimensiones, realizado con la implementación de un escáner 3D.

### Figura 5

*Pieza escaneada.*

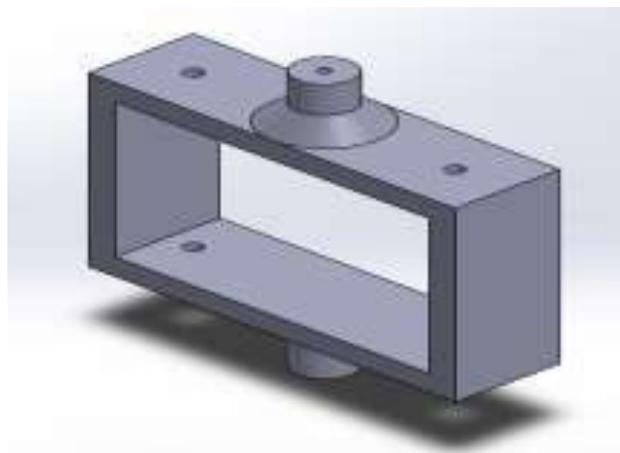


Fuente: autoría propia, 2022.

El sistema que da movimiento a la prótesis, denominado sistema articulado, consta de cuatro barras unidas a los extremos del sujetador; dos de estas unidas del otro extremo a la pieza denominada pierna y las dos restantes unidas a dos barras de movimiento. La pierna en su parte superior posee 4 perforaciones que permitirán sujetar la pieza denominada porta barras.

### Figura 6

*Porta barras.*



Fuente: autoría propia, 2022.

Las barras que dan el movimiento se dividen en dos tipos: grandes y pequeñas. Las barras grandes se sitúan desde el sujetador hasta un extremo de la barra de movimiento y las pequeñas se sitúan desde el otro extremo de la barra de movimiento hasta la pieza que reemplaza el pie.

**Figura 7**

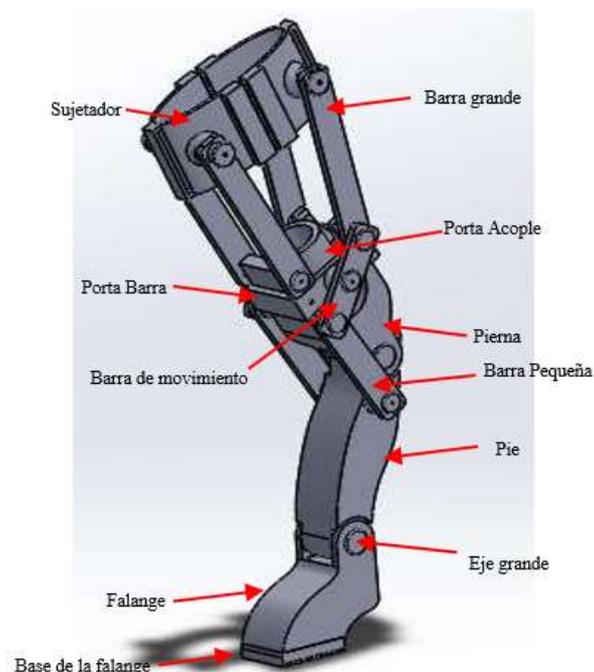
Barra grande y barra pequeña.



Las otras piezas que conforman la prótesis son el pie y las falanges. El diseño del pie se asemeja al hueso al que va a sustituir dicha pieza para así mantener estéticamente los rasgos de similares a una pata canina. Este es un diseño compacto que consta de dos piezas: una que sustituye a dichos huesos y otra que es completamente cambiabile, con una textura áspera que impide que el canino resbale al momento de caminar o correr.

**Figura 8**

Partes de la prótesis canina.



Fuente: autoría propia, 2022.

**4. DISCUSIÓN**

Los estudios realizados permiten determinar un tipo de prótesis que se ajusta a las necesidades y requerimientos del portador, con la finalidad de mejorar la calidad de vida del sujeto prueba, además de evitar a que existan problemas futuros como presentar una falla en la columna. El correcto funcionamiento de la

Segovia, E., Ruiz, G., y Llango, M. (2022). *Construcción de una prótesis canina mediante ingeniería inversa impresión 3D*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 89-100.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/96>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

prótesis es fundamental para el sujeto prueba, ya que, si esta presenta fallas además de no funcionar correctamente, puede causar un daño mayor al portador, pues este tendría que realizar un doble esfuerzo.

Es importante saber que el canino al que se le va a realizar la prótesis tiene que pasar por dos etapas, la de aceptación y la de adaptación, esta última se divide en adaptación inicial y adaptación final. La etapa de aceptación es cuando el canino acepta positivamente el usar una prótesis, es decir no se incomoda al momento de colocarle la misma. La etapa de adaptación inicial es cuando el canino ejerce un apoyo en la prótesis y trata de dar sus primeros pasos; si el uso de la prótesis es constante y el canino realiza la marcha canina con más facilidad se llega a la adaptación final.

## 5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

Existen distintos tipos de filamentos que se pueden utilizar en una impresora 3D. Entre los filamentos que son compatibles con la mayor parte de impresoras se encuentran los filamentos PLA, ABS y PETG, además, son filamentos que poseen buenas características tanto físicas como mecánicas.

Con la variedad de modelos de prótesis existentes, se puede definir un solo modelo que se ajuste a las necesidades del canino portador. El modelo puede variar entre ser de una estructura articulable o fija. Este último, dependiendo del caso a implementar, puede ser de apoyo o de reacción.

El programa de *SolidWorks* es un software que ofrece un amplio conjunto de herramientas que ayudan a realizar un modelo tridimensional, definiendo su composición, peso y dimensiones. Estas mismas características se plasman en un plano 2D de la pieza o modelo diseñado.

Se recomienda realizar una correcta selección del material que se va a utilizar para construir la prótesis, con la finalidad de evitar un problema mayor en la extremidad amputada, debido a problemas en su funcionamiento. Por ello, es indispensable responder a las siguientes interrogantes: ¿Qué función va a realizar?, ¿a qué esfuerzos va a ser sometido? Y ¿en qué entorno se va a encontrar situado?

## 6. REFERENCIAS

3D, I. (23 de Agosto de 2022). Impresoras 3D. <https://www.impresoras3d.com/la-guia-definitiva-sobre-los-distintos-filamentos-para-impresoras-3d/>

Natives, 3. (17 de Enero de 2023). 3d Natives. <https://www.3dnatives.com/es/plasticos-impresion-3d-22072015/>

Ariza Martínez, S. (2018). *Comportamiento mecánico de la prótesis parcial fija en disilicato de litio sobre pilares con periodonto normal y disminuido: análisis de elementos finitos. Fase modelamiento. Especialización en prostodoncia.*

Segovia, E., Ruiz, G., y Llango, M. (2022). *Construcción de una prótesis canina mediante ingeniería inversa impresión 3D.* Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 89-100.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/96>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

De Jesús García-Velázquez, E., López-Miranda, E.-G., Tinoco-Varela, D., y Cruz-Morales, R.-D. (s/f). *Control difuso para la mimetización del movimiento de un prototipo de prótesis de una extremidad canina*. Ipn.mx. [https://rcs.cic.ipn.mx/rcs/2022\\_151\\_8/Control%20difuso%20para%20la%20mimetizacion%20del%20movimiento%20de%20un%20prototipo%20de%200protesis.pdf](https://rcs.cic.ipn.mx/rcs/2022_151_8/Control%20difuso%20para%20la%20mimetizacion%20del%20movimiento%20de%20un%20prototipo%20de%200protesis.pdf)

Jiménez, P., y Ángel, M. (2017). *Diseño de una prótesis canina para extremidades delanteras*.

Montesdeoca, A., y Flavio, E. (2021). *Diseño de un prototipo de prótesis canina para extremidades delanteras*. Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica.

Zúñiga, F., y Nicolás, G. (2020). *Diseño de prótesis canina de extremidad trasera*. Universitat Politècnica de Catalunya.

